

Máster de Formación al Profesorado para Educación Secundaria

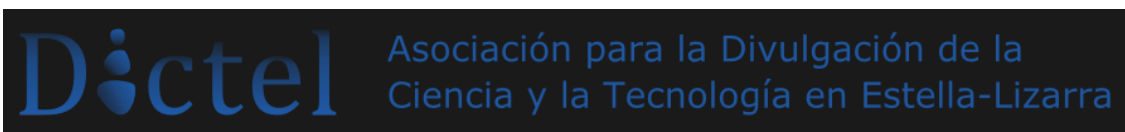
Curso 2016/2017

Trabajo de fin de Máster

Influencia de la metodología práctica para la motivación de la enseñanza en ciencias de la naturaleza dentro y fuera del aula de Secundaria y repaso de errores conceptuales recurrentes en Biología.

Autora: Marta Ballesteros Igea

Con la colaboración de



Asociación de divulgación DiCTEL



IES Basoko



Universidad Pública de Navarra

Tutorizado por José Fernando Morán Juez

Índice

Abstract /Resumen	3
Introducción	5
Materiales y métodos	10
Resultados y discusión	22
Conclusiones	36
Propuestas de mejora.....	38
Agradecimientos	39
Bibliografía	40
Anexos	
Anexo 1.- Currículo actual de la LOMCE y conceptos destacados	42
Anexo 2.- Test de ideas previas y errores conceptuales	45
Anexo 3.- Simplificación de los protocolos seguidos en el taller	49
Anexo 4.- Presentación sobre pigmentos y fluorescencia y bibliografía utilizada.....	50
Anexo 5.- Presentación sobre osmosis y bibliografía utilizada	53
Anexo 6.- Presentación sobre claves dicotómicas y bibliografía utilizada	55
Anexo 7.- Clave dicotómica diseñada específicamente para el taller.....	57
Anexo 8.- Presentación sobre dendrocronología y bibliografía utilizada	60
Anexo 9.- Presentación sobre observación de células al microscopio y bibliografía utilizada	62
Anexo 10.- Encuesta de valoración del taller	64
Anexo 11.- Resultados de las encuestas de valoración del taller.....	66
Anexo 12.- Notas de prensa sobre el taller de divulgación	75
Anexo 13.- Entrevista a Jesús Pérez, de DiCTEL divulgación	77
Anexo 14.- Porcentaje de respuestas de cada pregunta del test de errores conceptuales	81
Anexo 15.- Razones de elección de las respuestas para cada pregunta del test de errores conceptuales	83

Abstract

The education in Spain is based mainly on the expository methodologies due to the lack of time and to the extensive concepts to teach. These facts, coupled with the lack of training on the teachers after leaving the educational system, has repercussions on the reproduction of conceptual errors over generations, something that is sought to verify in this work, as well as whether the use of practical methodologies through an outreach workshop motivates learning and helps to eliminate these errors.

Using a writing sample test we demonstrate the existence of perpetual errors while teaching the processes of plant nutrition, the concept of living being, the cell and the microorganisms. The use of the experimentation-based outreach workshop has shown to revive the interest and motivation to learn, and this practice is one of the only ways that adults outside the education system follow to continue forming themselves.

Therefore, a reduction of the concepts and the use of the practical methodologies would facilitate the elimination of conceptual errors. Also, the requirement of more experience in teaching using different techniques, as well as greater investment in disclosure, would help the better educational experience possible and a cultured and literate society in science.

Key words. Education, practical methodology, divulgation, active learning, misconceptions in biology.

Resumen

La educación en España se basa principalmente en las metodologías expositivas debido a la falta de tiempo y el extenso temario a impartir. Esto, unido a la falta de formación tras la salida del sistema educativo, repercute en la reproducción de errores conceptuales a lo largo de generaciones, algo que se busca comprobar en este trabajo, así como si el uso de metodologías prácticas mediante un taller de divulgación motiva el aprendizaje y ayuda a eliminar estos errores.

Mediante un test se mostró que siguen perpetuándose errores relacionados con el proceso de nutrición de las plantas, el concepto de ser vivo, la célula y los microorganismos. El uso del taller de divulgación basado en la experimentación ha demostrado despertar el interés y la motivación por aprender, y esta práctica es a menudo una de las únicas formas en las que los adultos continúan formándose fuera del sistema educativo.

Por ello, una reducción de los temarios y el uso de la metodología práctica facilitarían la eliminación de errores conceptuales. También, la exigencia de más experiencia dando clases con distintas técnicas, al igual que una mayor inversión en divulgación, ayudaría a proporcionar la mejor experiencia educativa posible y una sociedad culta y alfabetizada en ciencias.

Palabras clave. Educación, metodología práctica, divulgación, aprendizaje activo, errores conceptuales en biología.

Introducción

La educación es uno de los pilares más importantes que sostiene a la civilización. Con los primeros homínidos, el aprendizaje de distintas estrategias de supervivencia permitió la evolución de nuestros antecesores hasta lo que hoy conocemos como la especie humana. Este se daba de la observación, de la transmisión de conocimientos de generación en generación, y de la propia práctica, donde tanto quienes aprendían como quienes enseñaban eran docentes y alumnos indistintamente. Con el tiempo, lo que parecía la repetición de los mismos saberes se transformó en la capacidad de predecir situaciones, desarrollar herramientas a partir de diseños intangibles y, en definitiva, aprender a “aprender”, una de las cualidades más valoradas hoy en día por la capacidad resolutive que desarrollan las personas que la tienen.

La educación en la actualidad

Pese a esta continua instrucción por parte del enseñante y el aprendiz, y esa necesidad de experimentar por uno mismo para aprender, desde el inicio de la implantación del sistema educativo en España, sólo el docente ha constituido siempre la fuente de conocimiento y autoría en las aulas. Durante la fase de aprendizaje, el alumnado ha sido el receptáculo del saber, no tomando parte activa en su proceso de aprendizaje. Con el paso de los años, las nuevas legislaciones y normativa sobre educación han intentado reducir ese rol pasivo por parte del alumnado y hacer del docente un facilitador, pero aún se encuentran muchos centros educativos no conformes con estas prácticas (*LOE 2006, LOMCE 2013*).

Esto niega el proceso natural por el cual los niños, desde recién nacidos, aprenden mediante la experimentación qué es mejor para ellos, qué pueden comer y qué no, cómo hacer que les atienda alguien cuando no se sienten a gusto, cómo moverse, hablar, etc. Durante esta etapa los padres son el equivalente al docente en la escuela, y el niño, el alumnado. No obstante, existen varias diferencias importantes entre estos dos casos, destacando especialmente una; el tiempo. Cuando el niño es pequeño, se deja que aprenda a su ritmo, cuando esté preparado, y según va sintiendo curiosidad e interés por lo que le rodea, su aprendizaje suele ser más rápido, ya que intenta interactuar con ello, lo toca, se familiariza con ello a través de los cinco sentidos... aprende a través de la experiencia (*Piaget, 1982*).

Sin embargo, cuando el niño va cumpliendo años, y conforme entra en el sistema educativo español, esta práctica se ve reducida casi en su totalidad, aunque no tanto en los primeros años durante la etapa de educación Infantil o incluso Primaria como cuando llegan a lo que hoy llamamos Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Esto se ve reflejado en cómo decrece su interés por aquello que antes le interesaba, en una caída de su curiosidad por lo desconocido, en dejar de tener ganas de aprender y limitarse a estar sentado en el aula esperando a que el docente le dé una clase teórica sobre la materia que corresponda en ese momento y olvidarla nada más salir del centro.

Llama especialmente la atención este hecho, ya que niños de otros países como Finlandia o que no siguen este sistema escolar demuestran mantener ese interés que sentían cuando eran más pequeños y están deseando aprender más, incluso cuando pasan a formar parte del sistema educativo (*Cambridge Primary Review, 2009*).

Por una parte, el proyecto educativo que siguen los estudiantes es más atractivo para ellos, con un currículo más adaptado a sus intereses y necesidades, respeta los ritmos de aprendizaje del alumnado y su diversidad, y sigue metodologías diferentes a las utilizadas comúnmente en las aulas del sistema educativo español, es decir, se aleja de la metodología meramente expositiva. En el caso de Finlandia, considerado el país líder en educación en Europa, cumple con todos estos requisitos, si bien otras escuelas no convencionales han sido precursoras del modelo Finlandés, como las escuelas Waldorf o Montessori, con gran crecimiento y demanda actualmente a nivel mundial. Éstos utilizan pedagogías activas en las que el niño no tiene que estar quieto si no que es el actor de su aprendizaje. Uno de estos elementos, “el juego libre”, es muy útil para que los niños desarrollen la imaginación, refuercen su lenguaje, y se comuniquen con otros niños (*Finish National Agency for Education, 2012*). En este sentido converge también el *Cambridge primary review (2009)* que establecía como una de sus primeras recomendaciones para el Reino Unido el retraso de 5 años (la edad en la que se abandona el aprendizaje basado en el juego) a 6 como la edad a la que los niños y niñas comienzan con un currículo basado en materias, y explican que a los países que comienzan más tarde con la enseñanza reglada les va mejor a largo plazo (*Cambridge Primary Review, 2009*).

El valor de la educación en la sociedad

Por otra parte, el decreciente interés del alumnado en los centros educativos también puede deberse al interés general que siente la sociedad por tratar de estar actualizado sobre

ciencias y otros temas. En Estados Unidos, por ejemplo, es común que un porcentaje bastante alto de la población siga formándose por cuenta propia, ya sea asistiendo a cursos, navegando por internet o asistiendo a eventos de divulgación (*Bell et al., 2009; Falk and Dierking, 2010*). Este dato es especialmente llamativo ya que, según el *Informe de Inclusión Social en España 2009 de la Obra Social Caixa Catalunya*, el nivel educativo de los padres afecta al proceso de aprendizaje de los hijos, especialmente el nivel de la madre en muchos casos. Los progenitores o tutores legales son siempre un apoyo cuando el alumnado tiene dudas en casa y no puede resolverlas un docente. A la hora de hacer las tareas, desarrollar algún trabajo o actividad, los padres toman el rol del profesor, pero en ocasiones no conocen las respuestas o cómo hallarlas y, por tanto, no pueden hacer el papel facilitador para el estudiante.

La divulgación es a menudo la única fuente de formación de los adultos una vez han terminado sus estudios. Por ello, la inversión que se hace en educación y cultura, donde se englobaría la divulgación según los *Presupuestos generales de 2017*, pueden resultar insuficientes de cara a mantener una sociedad alfabetizada, y más tras el periodo del sistema educativo. Pese a destinar 6.855 millones de €, repartidos entre lo destinado a cultura, ayudas a la vivienda, gestión de la Seguridad Social y otras (*Secretaría del Estado de Presupuestos y Gastos [SEPG], 2017*), el gasto en cultura se ha reducido en más de 800 millones de € respecto al año 2016 (*El País, 31.05.2017*).

Metodologías utilizadas en educación

El uso de distintas metodologías puede marcar la diferencia entre un buen o mal proceso de aprendizaje por parte del alumnado y la sociedad que lo rodea. Como se ha comentado anteriormente, la metodología la expositiva permite abarcar más contenidos porque el alumnado es el receptáculo de la información y minimiza la labor del docente, siendo por ello ampliamente utilizada (*Andrews and Lemons, 2015*). Al no interactuar, no participar activamente, sólo ha de memorizar y volcar esos conocimientos en un examen para demostrar lo que ha aprendido. Al realizar casi todo el proceso en casa, fuera del horario lectivo, las horas de clase se utilizan para avanzar en la materia, por ello se puede abarcar más parte del currículo. Esto suele tener como consecuencia el desinterés generalizado por ésta debido a la abrumadora cantidad de información y la obligación de tener que “creer” lo que el docente cuenta sólo porque sale en un libro (*Okebukola, 1986; Seymour and Hewitt, 1997*). Además, al no poder dedicar tiempo a trabajar las ideas previas que tiene el

alumnado sobre esos conceptos, o a profundizar en los nuevos conocimientos, se fomenta una mala comprensión de la materia dada, favoreciendo que surjan errores conceptuales e ideas alternativas a las consideradas correctas por consenso de la sociedad. Así mismo, también alimenta creencias incorrectas de la cultura general, dificultando el proceso de alfabetización científica de la sociedad.

Sin embargo la segunda metodología, la práctica, permite al alumnado ver por sí mismo los conceptos de la asignatura, cómo funcionan, despertar su curiosidad y que desarrolle el pensamiento crítico y científico sobre lo que está viendo. Le ayuda a aprender a manejar las herramientas disponibles, crear hipótesis y experimentos que los ayuden a solventar las dudas que les surjan y, por tanto, ser capaz de enfrentarse a situaciones desconocidas sin necesidad de tener conocimientos previos al respecto, algo muy necesario en una sociedad tan cambiante como la de hoy en día (*Çimer, 2012; Freeman et al., 2014*). Además, se ha visto que, en casos de grupos desfavorecidos, esta metodología obtiene mejores resultados que con el uso de metodologías meramente expositivas (*Haak et al., 2011*)

El currículo del sistema educativo español

A todo esto se suma que, en España, y sobre todo en las áreas de ciencias biológicas y geológicas por la especialidad que en este trabajo se presenta, el currículo que el alumnado ha de aprender consta de gran cantidad de conceptos, a menudo repetidos y desfasados a lo largo de todos los niveles educativos de la ESO y Bachillerato. Esta sobresaturación también se da en otros países como Estados Unidos (*American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2013*), y podría explicar parte del desinterés del alumnado. Por la experiencia que he tenido durante el periodo de prácticas del Máster de Profesorado para Educación Secundaria en el centro educativo IES Basoko, así como del estudio de los *BOE de Navarra del 2 de julio de 2015* donde se presenta el currículo para estos ciclos, he podido ver que las exigencias curriculares son excesivas y no facilitan la formación de nuevos ciudadanos críticos, sanos y felices.

Por poner un ejemplo, la célula se trabaja en 1º, 3º, 4º de la ESO, y 1º y 2º de Bachillerato (consultar **Anexo 1**), y aún siguen existiendo muchas dificultades para entender lo que es y cómo funciona. Esto mismo ocurre con los microorganismos o la nutrición vegetal y su funcionamiento (consultar **Anexo 1**), siendo esto una parte objeto de estudio del presente trabajo.

Entre los objetivos de la nueva normativa LOMCE destacan la búsqueda del desarrollo de diversas competencias que hagan del alumnado ciudadanos críticos, competentes para la sociedad en la que viven, con capacidad de tomar decisiones razonadas y enfrentarse a situaciones desconocidas con éxito. Sin embargo, al tener que trabajar tanta materia y tener muy limitado el tiempo, las experiencias que pueden ofrecerse al alumnado son escasas y muy superficiales, por ello normalmente sólo se enseña con metodología de clases expositivas y no con una metodología de experimentación, perpetuando errores conceptuales de una mala asimilación y dificultando el aprendizaje por sí mismos al no ofrecerles herramientas para que busquen las respuestas.

Por ello, para la elaboración del presente trabajo de fin de Máster (en adelante, TFM), se presentaron los siguientes objetivos.

Objetivos

Por una parte, se pretende conocer si se perpetúan algunos errores conceptuales ampliamente diseminados en la sociedad en relación con la nutrición de las plantas, el concepto de ser vivo y los microorganismos, en un grupo de 1º de la ESO donde ya se han trabajado estos conceptos de manera expositiva.

Por otra parte, se trata de solventar algunos de estos errores, en caso de detectarse, mediante el uso de un taller de divulgación utilizando metodologías prácticas.

Asimismo, se pretende probar la mayor eficacia del aprendizaje basado en actividades prácticas frente a las clases teóricas mediante este taller, así como si estimula el aprendizaje, la motivación, entusiasmo a los asistentes con los descubrimientos que realicen durante la experiencia y si los empuja a querer seguir aprendiendo por sí mismos.

También se busca comprobar si el uso de talleres de divulgación es útil con personas de cualquier edad y formación, y si potencia en los participantes esas ganas de aprender anteriormente comentadas.

Materiales y métodos

Para entender mejor cómo se ha desarrollado el presente trabajo de fin de máster, a continuación se muestra la temporalización que tuve que seguir para poder llevarlo a cabo.

Tabla 1.- *Temporalización y duración aproximada de las sesiones requeridas para el TFM.*

Nº sesiones	Concepto	Lugar	Duración total aproximada	Resumen
7	Reunión con tutor TFM	IDAB	25 horas	Presentación propuesta, discusión ideas, revisión avances, TFM
6	Reunión con DiCTEL	Estella	20 horas	Presentación propuesta taller, discusión ideas, revisión materiales y presentaciones taller, puesta a punto experimentos
7	Test errores conceptuales	Pamplona	30 horas	Puesta a punto de las preguntas, consulta con docentes, realización con alumnado IES Basoko, tratamiento de datos
7	Preparación experimentos	Laboratorio de prácticas UPNA	25 horas	Prueba de materiales, ensayo de experimentos y puesta a punto, recogida de materiales
7	Preparación presentaciones taller	Pamplona	25 horas	Recogida de información, imágenes, ajuste conceptos al nivel, diseño de clave dicotómica simplificada
2	Recogida muestras	Pamplona y alrededores	6 horas	Recogida de muestras de agua para observación al microscopio, hojas de especies arbóreas para clave dicotómica, compra de levadura, cebolla etc. para microscopio
1	Realización del taller	Estella	12 horas	Llevar los materiales, puesta a punto de los experimentos <i>in situ</i> , organización instalaciones para taller, realización del taller (3h)
Indeterminado	Otras	Email, tfno.	8 horas	Organización taller, discusión ideas, propuestas, etc.
Indeterminado	Escritura TFM		50 horas	Recopilación, tratamiento y análisis de información obtenida.

Así mismo, y para facilitar la comprensión del presente proyecto, éste se dividirá en 4 partes. La primera, en relación con cómo se ha averiguado la existencia de errores conceptuales mediante un test, la segunda, sobre cómo se ha realizado el taller de divulgación, la tercera, sobre cómo se ha valorado el taller mediante un cuestionario, y además se incluye una entrevista a Jesús Pérez, colaborador de la Asociación de divulgación de ciencias DiCTEL, por las ideas que puede aportar de su experiencia en educación y divulgación de ciencias.

I.- Diseño del test de errores conceptuales en Biología de 1º de la ESO

Con el fin de determinar el valor de las clases expositivas a la hora de transformar ideas previas y errores conceptuales habituales en la sociedad actual, se desarrolló un test de detección de errores de 20 preguntas (*consultar **Anexo 2***). Cada pregunta constaba de 4 opciones, sólo una correcta, y se acompañaba de dos preguntas adicionales para conocer la seguridad con la que contestaba el alumnado a las preguntas y por qué había elegido esa respuesta.

Todas las preguntas conceptuales se elaboraron a partir de la observación de las clases magistrales en ese grupo durante mi periodo de prácticas en el centro IES Basoko, la opinión y experiencia de los miembros del Dpto. de Biología y Geología sobre las dificultades de aprendizaje del alumnado, el currículo de la LOMCE con las especificaciones para 1º de la ESO (*consultar **Anexo 1***) y la cultura general conocida al respecto.

Las 21 personas participantes realizaron el test durante parte de una sesión de clase, de manera individual y sin más referencias que aquello que habían visto durante las lecciones expositivas anteriores. Muchos de los conceptos habían surgido durante las clases de la docente a cargo y se habían trabajado anteriormente. Pese a formar parte del currículo, cuatro preguntas aún no habían sido presentadas explícitamente en el aula, aunque los conceptos iban a ser tratados en las próximas sesiones.

El tratamiento de datos se ha llevado a cabo con Microsoft Excel 2013®.

II.- Diseño del taller de divulgación

La Asociación DiCTEL para la Divulgación de la ciencia y la Tecnología en Estella-Lizarra quería realizar un taller sobre biología y plantas, para lo que se pusieron en contacto conmigo a través del tutor del presente trabajo, José F. Morán.

A partir de los resultados del test de errores conceptuales realizado en el IES Basoko, y junto con algunas ideas de DiCTEL y yo misma, diseñé una serie de experimentos básicos sencillos pensados para una duración aproximada de entre 2 horas y 2 horas y media, que sería el tiempo en que las instalaciones facilitadas por DiCTEL estarían disponibles. Así mismo, se tuvieron en cuenta la limitación de materiales y las características del establecimiento disponibles en Estella a la hora del diseño del taller, siendo otra razón de la simplificación de los experimentos. De hecho, tuve que preparar y llevar personalmente desde Pamplona la mayor parte de los materiales que se iban a utilizar, así como recoger los materiales y muestras necesarias para llevarlo a cabo.

Objetivos del taller

Los objetivos generales de la realización del taller fueron acercar a los participantes a ciencia a través de la experimentación, motivarlos para que comprendieran mejor el entorno que los rodea y que, a través de las emociones vividas, buscaran continuar por sí mismos aprendiendo y, lo más importante, que disfrutaran de este proceso de aprendizaje divirtiéndose. Se pretendía con ello potenciar el pensamiento crítico en los asistentes para que trataran de investigar por su cuenta antes de creer todo lo que se publica en medios de comunicación o la cultura popular, y tratar de corregir algunos de los errores conceptuales encontrados en el test del apartado anterior.

Por ello se decidió desarrollar un experimento sobre pigmentos en plantas, osmosis, claves dicotómicas para identificar hojas de árboles, la observación de diferentes tipos celulares como representantes de distintas formas de vida al microscopio, y un pequeño ejercicio de dendrocronología. Debido a la duración limitada del taller se descartó hacer un proyecto sobre la nutrición y respiración de las plantas.

Objetivos de los experimentos

Los objetivos del experimento sobre **pigmentos en plantas y la fluorescencia** fueron acercar a los participantes del taller a la realidad del mundo vegetal. Se buscó que conocieran la importancia del buen estado de las plantas para realizar correctamente la fotosíntesis y poder contribuir como parte del ciclo de la biosfera. A través de la visión de

cómo se puede trabajar con fluorescencia, se introdujeron algunos de los usos que se puede hacer de la teledetección para conocer el estado de las plantas y bosques a nivel local y mundial, y con ello conocer su funcionalidad y aplicaciones actuales. Se enlaza con los objetivos propuestos en la LOMCE en los niveles de ESO y Bachillerato en relación con el conocimiento de las plantas y su funcionamiento, así como con el medio ambiente y su sostenibilidad (consultar **Anexo 1**).

El objetivo del experimento sobre **osmosis** fue ayudar a comprender uno de los fenómenos más comunes utilizados para la toma de agua en las células, y que los participantes se familiarizaran con uno de los procesos de nutrición de los seres vivos. Así mismo, también se pretendía que comprendieran sus usos y aplicaciones en humanos, como puede ser el tratamiento de enfermedades mediante diálisis, y con ello hacerlos más conscientes de la importancia de conocer y cuidar la naturaleza y todo lo que ofrece.

El objetivo del experimento con **claves dicotómicas** fue dar a conocer a los participantes una de las múltiples formas en las que la ciencia y su desarrollo ayudan a comprender el entorno y facilitan a otros su entendimiento. A partir de una sencilla clave para conocer 10 especies típicas de la zona, fueron capaces de identificarlas y reconocer su valor, y podía despertar el interés por aprender por los asistentes al tratar de investigar más por sí mismos a su alrededor. Se buscaba que se acercaran a la identificación de especies y motivarlos para potenciar una profundización en los conocimientos a nivel de otras especies y su función individual y en el ecosistema. También se intentaba que, a través de la familiarización con estos sistemas sencillos de clasificación, pudieran desarrollar sus propias claves para abarcar más especies y otras formas de vida si les resultaba de interés. Se enlaza con los objetivos propuestos en la LOMCE en los niveles de ESO y Bachillerato en relación con el conocimiento del método científico, las plantas, el medio ambiente y su sostenibilidad (consultar **Anexo 1**).

El objetivo del experimento de la **observación de diferentes formas de vida al microscopio** pretendía acerca el mundo no visible a simple vista a los participantes, que conocieran el medio que los rodea, vieran otros ecosistemas más allá de los animales y las plantas típicos, y le perdieran el miedo a la vida bacteriana, protozoaria y fúngica. Así mismo, se pretendía afianzar el concepto de la célula como unidad básica de la vida, y que fueran capaces de identificarla y reconocerla en todos los seres vivos, tanto unicelulares como pluricelulares. Con ello serían más conscientes de su importancia y les permitiría ser más críticos ante los medios de comunicación y la cultura popular cuando hablen sobre temas relacionados con ello. Se enlaza con los objetivos propuestos en la LOMCE en los

niveles de ESO y Bachillerato en relación con el conocimiento de la célula y los cinco reinos principales de los seres vivos, la salud humana y la biotecnología (consultar **Anexo 1**).

El objetivo del experimento sobre **dendrocronología** fue acercar a los asistentes a la naturaleza, que aprendieran los efectos que puede tener el clima (entre otras variables) sobre los seres vivos tanto a corto como a largo plazo. Trató de ofrecer una visión de la magnitud del tiempo que normalmente no se considera, ya que los ritmos de la naturaleza suelen ser muy diferentes de los humanos, y se aleja de la visión antropocéntrica del mundo y su funcionamiento, ayudando a que los asistentes piensen de una forma más crítica. Proporcionó una oportunidad para ser conscientes de los efectos que pueden tener en la naturaleza nuestras decisiones y actos, y promovió que se actúe de forma crítica y responsable con el medio ambiente. Puede enlazarse con los objetivos propuestos en la LOMCE en los niveles de ESO y Bachillerato, donde se trabajan aspectos relacionados con el medio ambiente, el uso responsable de los recursos, y la sostenibilidad.

Procedimiento previo al taller: Comprobación de los experimentos

Ensayé todos los experimentos durante varias sesiones en los días antes del taller para comprobar su funcionamiento y poder corregir errores con antelación para ofrecer a los participantes una buena experiencia. También fotografié el proceso para utilizarlo en las presentaciones del taller y así que los asistentes se hicieran a la idea de lo que iban a ver.

Para testar la extracción de pigmentos y visión de fluorescencia realicé dos experimentos paralelos con alcohol y acetona y hojas verdes y rojas. Con ello pretendía comprobar si el uso de un disolvente orgánico y otro podía afectar a los pigmentos que podríamos ver en la cromatografía o si la fluorescencia se vería diferente. Dado que los resultados eran los mismos ante el uso de acetona y alcohol, y que se veían los mismos pigmentos en las hojas del mismo color, decidí utilizar para el taller alcohol al 70% por ser fácilmente conseguible y que los asistentes pudieran probarlo en casa.

Para la prueba de osmosis con la membrana de diálisis empleé cereales de marca blanca y harinas vegetales de arroz y maíz del laboratorio de prácticas, ricos en almidón. Tras introducir la solución de machacado de estas sustancias con agua (sin una concentración determinada), las probé con distintas concentraciones de Lugol (marca Sigma-Aldrich), sin resultado positivo. Después probé con una solución al 1% de almidón soluble (marca Panreac), y distintas concentraciones de lugol, resultando sólo efectivo cuando se tiñó la solución del almidón soluble con lugol concentrado en vez de diluido.

Para la visualización al microscopio probé a hacer las tinciones con azul de metileno 1% con y sin fijación por calor de las muestras de yogurt y levadura, dejándolas secar al aire y retirando los excesos de tinte con papel secante. En ambos casos los resultados fueron idénticos. La tinción y visualización de células de cebolla resultó también adecuada.

Uno de los imprevistos que no pudieron salvarse fue la imposibilidad del uso del microscopio de 100 aumentos con cámara. El objetivo de su uso era proyectar en la pantalla durante el taller diversas formas celulares y así facilitar que los asistentes pudieran verlas si no las encontraban en sus preparaciones. Sin embargo, y pese a comprobar en el laboratorio que funcionaba perfectamente, cuando lo llevé al taller no se pudo conectar la cámara, así que se utilizó como un microscopio más.

Procedimiento previo al taller: recogida de muestras y materiales

Para mantener lo más frescas posible las muestras de cara al taller, recogí todas las hojas para la extracción de pigmentos y la clave dicotómica, el agua de diversos orígenes para la visualización de protozoos y otras formas de vida, la levadura, yogurt, cebolla etc. el día anterior. Las rodajas de troncos para la dendrocronología me fueron facilitadas por DiCTEL y José Morán. Además, los miembros de DiCTEL trajeron más hojas por si fuera necesario.

III.- Realización del taller de divulgación

Todos los experimentos fueron acompañados de una breve explicación inicial con ayuda de varios PowerPoint que hice yo misma, a fin de centrar a los participantes en el tema que se iba a tratar, que conocieran un poco más sobre ello y ayudarles a entender lo que iban a hacer en la práctica. Así mismo, hacía preguntas al público general durante las diapositivas a fin de conocer sus ideas sobre el tema y que ellos mismos formaran parte activa en su proceso de aprendizaje. Esto también era mi forma de medir el nivel del taller.

Para la parte práctica, se prepararon 15 puestos con todos los materiales necesarios para llevar a cabo los experimentos. Además se prepararon 9 puestos con los microscopios disponibles para la observación de diferentes formas celulares (**Figura 1**). A continuación también se muestran los protocolos seguidos durante el taller por los asistentes.

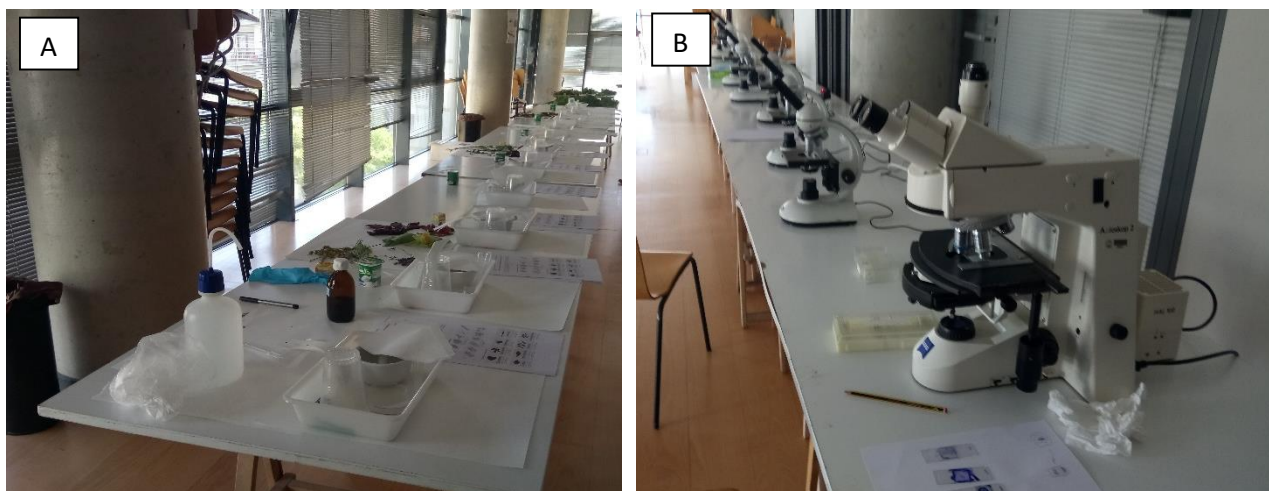


Figura 1.- (A) Imagen de los puestos de prácticas y (B) observación de microscopía.

Experimento de extracción de pigmentos, cromatografía y fluorescencia

El conocimiento de los pigmentos y la función de la clorofila como parte del aparato fotosintético forma parte del currículo de 1º de la ESO de Biología y Geología (consultar **Anexo 1**). No obstante, se trabaja de forma muy superficial y no aclara el hecho de que las plantas tienen varios pigmentos al mismo tiempo aunque no se puedan ver a simple vista debido a las distintas funciones de éstos.

El objetivo de esta parte del taller consistía en acercar al alumnado a la realidad de las plantas, conocer cómo funcionan, por qué tienen diferentes colores a lo largo del tiempo y a qué se deben esos cambios. Así mismo, fue una introducción a técnicas básicas de laboratorio como la extracción de pigmentos, la cromatografía, y el uso de la fluorescencia como vía para obtener diferente información y algunas de sus aplicaciones.

Materiales

- Protocolo resumen entregado a los asistentes para que trabajen a su ritmo si se pierden (consultar **Anexo 3**)
- Presentación PowerPoint elaborada por mí (consultar **Anexo 4**)
- Mortero de cerámica
- Papel secante
- Pinzas de la ropa
- Alcohol 70%
- Vaso de precipitados
- Filtro de café
- Lámpara de fluorescencia *Safe Imager Blue Light Transilluminator, Invitrogen*.
- Pantalla naranja de protección del transiluminador
- Hojas y flores de plantas de diversos colores (*Prunus cerasifera*, *Acer sp.*,...)

Procedimiento experimental

Los participantes se repartieron ocupando los puestos de prácticas disponibles, y les fui dando las indicaciones del procedimiento experimental, siendo estas las siguientes.

1. Para la extracción de pigmentos, coger varias hojas o pétalos de un mismo color, retirar los nervios centrales, y cortarlos en trocitos pequeños.
2. Añadir los trozos junto con alcohol al 70% en el mortero de cerámica. Machacar los trozos hasta obtener un color intenso en el líquido.
3. Filtrar el líquido al vaso de precipitados utilizando un filtro de café.
4. Para la cromatografía, introducir una tira de papel secante previamente cortada hasta que toque la superficie del líquido. Sujetarla erguida con ayuda de una pinza de la ropa.
5. Dejar que el alcohol arrastre los pigmentos sobre la tira de papel.
6. Para ver la fluorescencia de los pigmentos, llevar a la lámpara de luz UV y contar el número de bandas fluorescentes que aparecen.

Experimento de osmosis

El concepto de osmosis es trabajado de forma indirecta desde 1º de la ESO. Cuando se le explica al alumnado de ese nivel sobre cómo se nutren las plantas, se hace de forma superficial, ya que sólo se les dice que las plantas “absorben” agua por las raíces. Sin embargo, cuando llegan a cursos superiores les resulta difícil comprender la osmosis y no lo relacionan con la absorción que ya han visto.

Por ello, el objetivo de este experimento era enseñarles cómo funciona parte del proceso de nutrición de las plantas, que comprendieran el concepto de equilibrio entre líquidos separados por membranas y que conocieran algunas de sus aplicaciones.

Materiales

- Protocolo resumen entregado a los asistentes para que trabajen a su ritmo si se pierden (**consultar Anexo 3**)
- Presentación PowerPoint elaborada por mí (**consultar Anexo 5**)
- Membrana de diálisis (cilíndrica, 30 cm de longitud aprox.)
- Almidón soluble (Panreac) Solución 1%
- Lugol concentrado (Sigma)
- Vasos de plástico
- Pipeta Pasteur

Procedimiento experimental

Los participantes se repartieron ocupando los puestos de prácticas disponibles, y les fui dando las indicaciones del procedimiento experimental, siendo estas las siguientes.

1. Coger la membrana de diálisis, previamente activada por la ponente con agua, y hacer un nudo en uno de los extremos.
2. Hacer un segundo nudo justo encima del que se acaba de hacer
3. Introducir en el churrete resultante, con ayuda de una pipeta Pasteur, la solución de almidón 1%. Es importante que no caiga nada por fuera de la membrana para no falsear resultados.
4. Cerrar la membrana con un nudo en el extremo abierto e introducir en la solución de lugol.
5. Dejar que el lugol entre a través de la membrana y reaccione con el almidón, produciendo un cambio de color en el interior pero no en el exterior.

Experimento con claves dicotómicas

El uso de las claves dicotómicas forma parte del currículo de 1º de la ESO de Biología y Geología (**consultar Anexo 1**), y posibilita familiarizarse con el entorno y la metodología científica. Por ello se decidió realizar una simplificada para 10 especies de árboles típicos.

Materiales

- Presentación PowerPoint elaborada por mí (consultar **Anexo 6**)
- Clave dicotómica específicamente diseñada para el taller (consultar **Anexo 7**)
- Hojas de 10 especies de árboles diferentes
 - Pino (*Pinus sp.*)
 - Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)
 - Olmo (*Ulmus sp.*)
 - Tilo (*Tilia sp.*)
 - Roble (*Quercus robur*)
 - Haya (*Fagus sylvatica*)
 - Encina (*Quercus ilex*)
 - Arce campestre (*Acer campestre*)
 - Arce pseudoplátano (*Acer pseudoplatanus*)
 - Robinia (*Robinia pseudocacia*)
 - Fresno (*Fraxinus excelsior*)

Procedimiento experimental

Los participantes se repartieron ocupando los puestos de prácticas disponibles, tomaron las claves dicotómicas, y siguieron las instrucciones de éstas hasta conseguir identificar las

especies de árboles. Después, compararon sus resultados con los de un herbario proporcionado por la ponente donde ya se habían identificado correctamente las especies.

Experimento de dendrocronología

La dendrocronología, o la ciencia que se ocupa de la datación de los anillos de crecimiento de las plantas arbóreas y arbustivas leñosas, no forma parte del currículo de 1º de la ESO. Sin embargo, puede ser una práctica muy didáctica, por la información que se puede obtener de los anillos de los árboles, y su fácil observación. Por ello, decidimos realizar un pequeño experimento con el objetivo de despertar la curiosidad sobre cómo crecen los árboles, cómo podemos saber los años que tienen, y qué información se puede obtener de ellos. Así, los participantes serían conscientes de que todo cambio en el clima se ve reflejado en los árboles, y los llevaría a reflexionar sobre el cambio climático que estamos sufriendo y sus consecuencias. Así, también se buscó fomentar la responsabilidad en ellos sobre sus actos, la contaminación y qué pueden hacer para mejorar el medio ambiente.

Materiales

- Presentación PowerPoint elaborada por mí (consultar **Anexo 8**)
- Rodajas de distintos árboles facilitados por los miembros de DiCTEL y José F. Morán.

Procedimiento experimental

Los participantes tomaron una o más rodajas de distintos árboles, contaron los anillos y vieron las diferencias en la velocidad de crecimiento entre unos y otros. Así mismo, buscaron el anillo correspondiente al año 2003, compararon su grosor y color con el de otros años, y compararon esa información con una gráfica de AEMET con las precipitaciones medias de esos años.

Observación de diferentes formas celulares

Entre las exigencias del currículo de 1º de la ESO se incluye la comprensión del concepto de ser vivo, de la célula y sus partes principales, así como aprender a reconocer representantes de los 5 reinos principales de seres vivos, siendo estos el reino Animal, Vegetal, Fungi (hongos), Protocista (protozoos y algas) y Monera (bacterias) (consultar **Anexo 1**).

El objetivo de esta práctica era acercar a los participantes a este mundo microscópico, que aprendieran a reconocer la célula como unidad básica de la vida, vieran las diferencias

entre algunos individuos de estos reinos, dónde podían encontrarse y familiarizarse con ellos, además de enseñarles nociones básicas sobre el microscopio y su uso.

Materiales

- Protocolo resumen entregado a los asistentes para que trabajen a su ritmo si se pierden (consultar **Anexo 3**)
- Presentación PowerPoint elaborada por mí (consultar **Anexo 9**)
- Levadura viva, yogurt, cebolla morada y agua de diferentes orígenes.
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Tinción azul de metileno 1%
- Pipeta Pasteur
- Placa de Petri
- Palillo de madera
- Papel secante

Metodología para células del yogurt y levadura

1. Coger una gota del líquido del yogurt y extenderlo en un portaobjetos. Dejar secar. Coger con la punta de un palillo un poquito de levadura, añadir una gota de agua, y extender por el portaobjetos. Dejar secar.
2. Añadir una gota de azul de metileno que cubra la muestra.
3. Poner el cubreobjetos encima y secar con papel secante la tinción que sobresalga.
4. Mirar al microscopio empezando por el objetivo de 4 aumentos hasta llegar al de 40.

Metodología para células de cebolla morada

1. Extender la epidermis blanca y la epidermis morada de cebolla proporcionada por la ponente en un portaobjetos.
2. Añadir una gota de azul de metileno que cubra la muestra de epidermis blanca.
3. Poner el cubreobjetos encima y secar con papel de filtro la tinción que sobresalga.
4. Mirar al microscopio ambas muestras empezando por el objetivo de 4 aumentos hasta llegar al de 40.

Metodología para las muestras de agua

1. Colocar una gota de agua en un portaobjetos y cubrirlo con un cubreobjetos.
2. Mirar al microscopio empezando por el objetivo de 4 aumentos hasta llegar al de 40.

IV.- Valoración del taller de divulgación

La idea inicial a la hora de evaluar la validez del taller era que los participantes realizaran el test de errores conceptuales (consultar **Anexo 2**) antes y después del taller. Con ello se pretendía saber si habían aprendido conceptos nuevos durante el evento, o si habían aclarado ideas previas que tuvieran sobre los mismos y así ver si el taller había corregido los errores conceptuales de los participantes. Sin embargo, la naturaleza del taller impidió llevar a cabo esta prueba de evaluación, por lo que se decidió utilizar otra prueba.

Así, a fin de conocer qué valor había tenido para los participantes el taller, se diseñó una pequeña encuesta que fue enviada a los e-mails facilitados por los participantes al terminar la sesión (consultar **Anexo 10**). Las preguntas fueron dirigidas a conocer si se habían sentido a gusto durante la experiencia, si les había parecido interesante y motivador, si había despertado su curiosidad, y si habían aprendido algo.

Se presentó en formato Microsoft Word editable para facilitar que pudieran escribir sobre el propio documento y reenviarlo de vuelta a la ponente para su análisis. Pueden consultar las respuestas de las encuestas en el **Anexo 11**.

El tratamiento de la participación se ha realizado con Microsoft Excell 2013.

Así mismo, se han adjuntado las notas de prensa publicadas sobre el taller en el **Anexo 12**.

V.- Entrevista a Jesús Pérez de DiCTEL

Con el objeto de conocer el funcionamiento de DiCTEL como asociación de divulgación de ciencias y su opinión sobre el valor de la divulgación y el sistema educativo español, llevé a cabo una breve entrevista a Jesús Pérez Conde, como representante de la asociación DiCTEL (consultar **Anexo 13**). Su experiencia dando clases y realizando talleres es muy valiosa para conocer las dos caras de la educación, y muy útil para la argumentación del presente trabajo de fin de Máster.

Resultados y discusión

I.- Resultados del test de errores conceptuales.

El test se realizó a 21 personas de 1º de la ESO que había trabajado los conceptos de 16 de las 20 preguntas del cuestionario en clase mediante sesiones expositivas. A continuación se muestran los resultados de las respuestas.

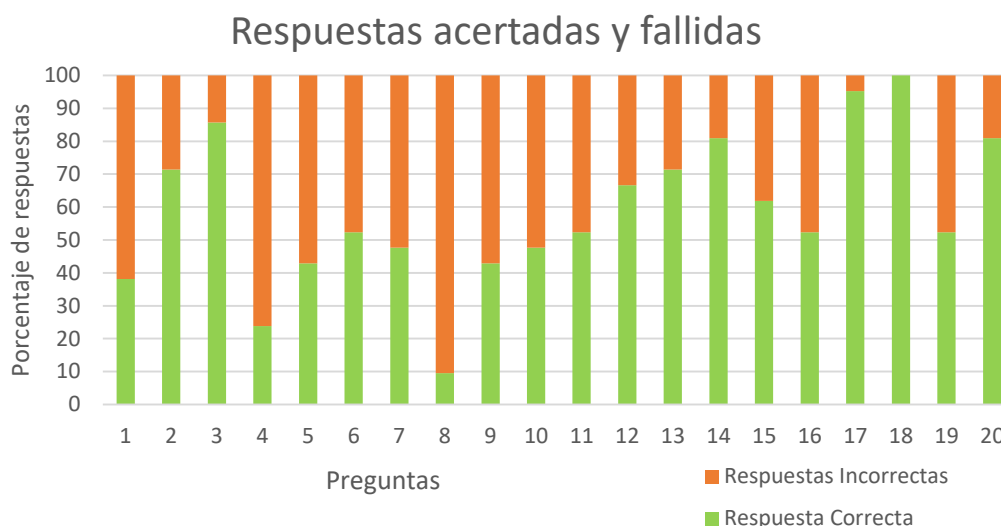


Figura 2.- Resultados de las respuestas de cada pregunta del test de errores conceptuales.

En la **Figura 2** se muestra una gran disparidad entre el porcentaje de aciertos de cada pregunta. Llamamos especialmente la atención a las preguntas 3, 14, 17, 18 y 20, por ser aquellas en las que más personas han acertado, así como las preguntas 1, 4 y 8, por ser las más falladas. Por otra parte, también puede apreciarse que el resto de preguntas se mantienen en valores de acierto entre el 40 y el 60%, con algunas excepciones algo mayores. Cabe destacar que el promedio de las evaluaciones del alumnado es del 60% de aciertos (no se muestran datos). Sólo 13 de las 20 preguntas han sido acertadas por poco más de la mitad de los encuestados, y 8 de 20 están cercanas al 50% de acierto (para más información consultar **Anexo 14**). Esto parece indicar que aproximadamente la mitad de los participantes no tiene claro qué es o cómo funciona el concepto sobre el que se pregunta, o en caso de haber respondido con seguridad de forma errónea, tienen un error de concepto.

Para comprobar si los participantes han acertado o errado estando seguros o no, se ha recogido el promedio de seguridad con la que contestaron a cada una de las preguntas correcta o incorrectamente (**Figura 3**), donde 1 es nada seguro, y 5, completamente seguro.

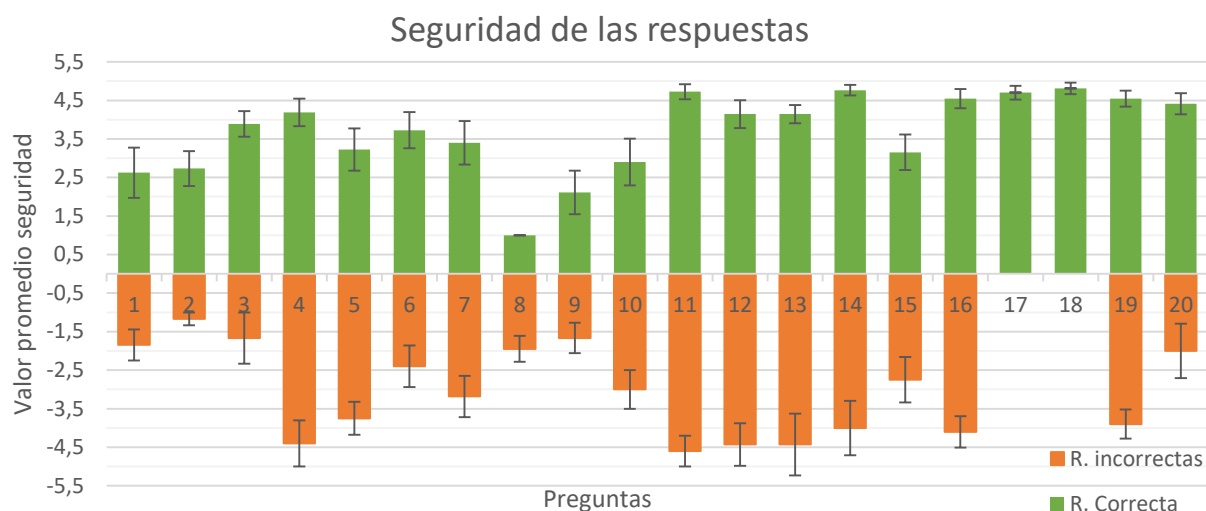


Figura 3.- Valor promedio de la seguridad con la que ha contestado el conjunto de participantes a las preguntas y desviación estándar. Abreviaturas; R = Respuesta.

En la **Figura 3** se aprecia qué preguntas han sido acertadas con mayor seguridad y cuáles con menor. Destacan por ello las preguntas 17 y 18, donde los participantes han acertado con una seguridad cercana a 5 (el máximo), y no aparecen respuestas erróneas. Por el contrario, las acertadas de las preguntas 1, 2, 8 y 9 son las que se han contestado con menos seguridad. Llamen la atención las preguntas 4, 11, 12, 13 y 14, donde tanto los aciertos como los fallos tienen un nivel de seguridad similar. De esto puede deducirse que el alumnado no tiene claro el concepto de la pregunta, dado que en ambos casos están igualmente seguros de haber acertado tanto los que respondieron correctamente como los que no. Al comparar con el porcentaje de aciertos de la **Figura 2**, se comprueba que sólo la mitad de los participantes respondieron bien, corroborando la hipótesis de que la otra mitad no tiene claro el concepto aunque consideran que lo saben correctamente y, por tanto, mantienen un error conceptual al respecto.

Además, las preguntas en las que el nivel de seguridad de los aciertos es bajo parecen mostrar, o bien una intuición por parte de los participantes sobre lo que es el concepto, aunque les sea desconocido, o bien que las preguntas del test no estaban bien planteadas.

Al hacer el análisis de la razón por la que habían elegido sus respuestas, en el 9% de los casos se debía a que no entendían la pregunta o no conocían el concepto, mientras que otro 9% se debía a que habían contestado por descarte (**Figura 4**). Las respuestas dadas por azar (11%) pueden indicar ambas opciones y un desinterés general por la pregunta, pero se consideró importante mantenerla como opción para eliminar el factor estadístico que podría empañar los resultados reales de las respuestas. Esto habría sucedido en

preguntas como la 17 y 18, donde prácticamente la totalidad de los encuestados contestaron correctamente con una seguridad de 5. Destaca el mayor porcentaje de preguntas que quedaron sin justificación (el 64%), de los cuales casi el 20% no estaban seguros a la hora de responder a las preguntas (no se muestran datos).

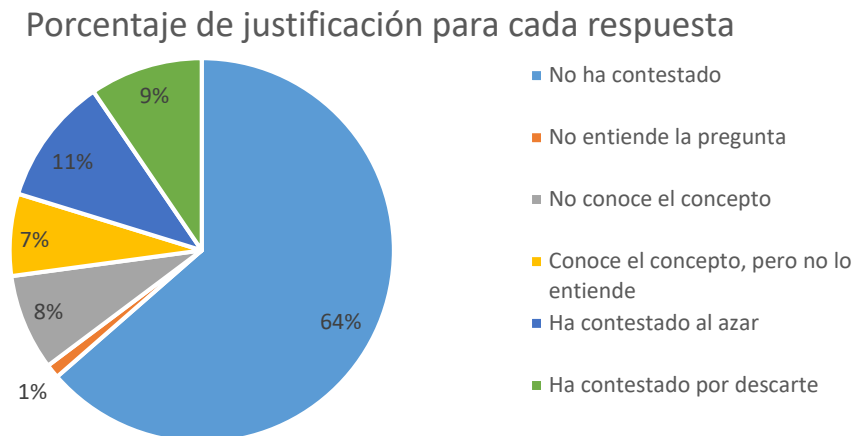


Figura 4.- Porcentaje de cada razón elegida para justificar las respuestas del test.

Esto también puede estar mostrando un desinterés general por completar las preguntas adicionales a las de conceptos sobre seguridad y la razón por la que han contestado, y puede haber influido en los resultados. Esto también se ha visto en que, conforme avanzaban con las preguntas, el número de ellas en las que no habían contestado a la razón de su nivel de seguridad aumentaba, tal y como puede apreciarse en la **Figura 5**.

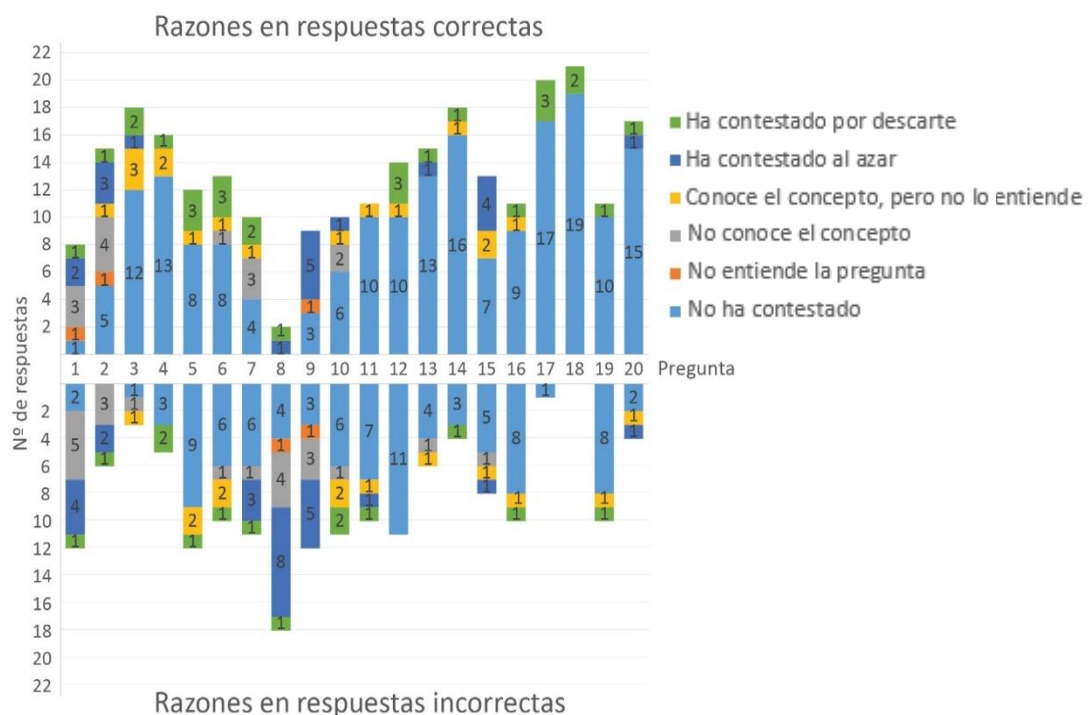


Figura 5.- Razones dadas para la elección de respuesta de cada pregunta. Se ha etiquetado el número de personas que contestaron cada razón elegida por pregunta.

Mi experiencia con los jóvenes que respondieron a las preguntas durante mi periodo de prácticas respaldan estos resultados, ya que las respuestas obtenidas se relacionan con las dudas observadas entonces. Las preguntas 1 y 2, así como las 8 y 9, aún no se habían trabajado en clase, por ello fueron contestadas con tan baja seguridad y, tanto en los aciertos como en los fallos, indican el desconocimiento del concepto. Por el contrario, las preguntas 17 y 18 fueron explícitamente trabajadas en los días anteriores a realizar el test, lo que puede justificar la alta tasa de acierto y seguridad vistos (para más información consultar **Anexo 15**).

En conjunto, el concepto de ser vivo y la célula como unidad básica de la vida parecen tenerlo bastante claro, aunque empiezan a dudar cuando se profundiza un poco más en los detalles, como la presencia o no de material hereditario y el núcleo. Así mismo, queda patente la existencia de errores conceptuales, sobre todo en cuanto a las preguntas de nutrición de plantas y todas las relacionadas con las aplicaciones y usos de los conceptos en la vida cotidiana, dado el alto porcentaje de respuestas fallidas y la seguridad similar con la que han contestado tanto quienes acertaron como quienes erraron (*Blosser, 1987; Fisher and Moody, 2002*).

El ver por mí misma cómo se trabajaron a conciencia en clase los temarios del test y que, pese a esperar que no fallaran las preguntas, persistieran los errores conceptuales en el alumnado, pone de manifiesto la necesidad de cambiar el sistema educativo. Si bien es cierto que las clases teóricas son útiles, ya que la media de aciertos del test ha sido del 60%, sigue siendo preocupante que haya aún tantas dudas con algunas de las preguntas.

Reduciendo el currículo, profundizando más en los conceptos, dedicándoles más tiempo y primando la metodología práctica sobre la expositiva, estos valores obtenidos del test podrían mejorar considerablemente (*American Association for Advancing in Science [AAAS], 2013; Çimer, 2012; Freeman et al, 2014*), algo que también apoya la experiencia de Jesús Pérez de Dictel (consultar **Anexo 13**).

II.- Resultados del diseño del taller

Para comprobar la funcionalidad de los distintos experimentos realicé una serie de pruebas de los mismos siguiendo los protocolos descritos en el apartado **Materiales y métodos**.

Aquí se presentan algunas imágenes de los procedimientos que más tarde fueron utilizadas para presentar a los asistentes al taller lo que deberíamos ver.

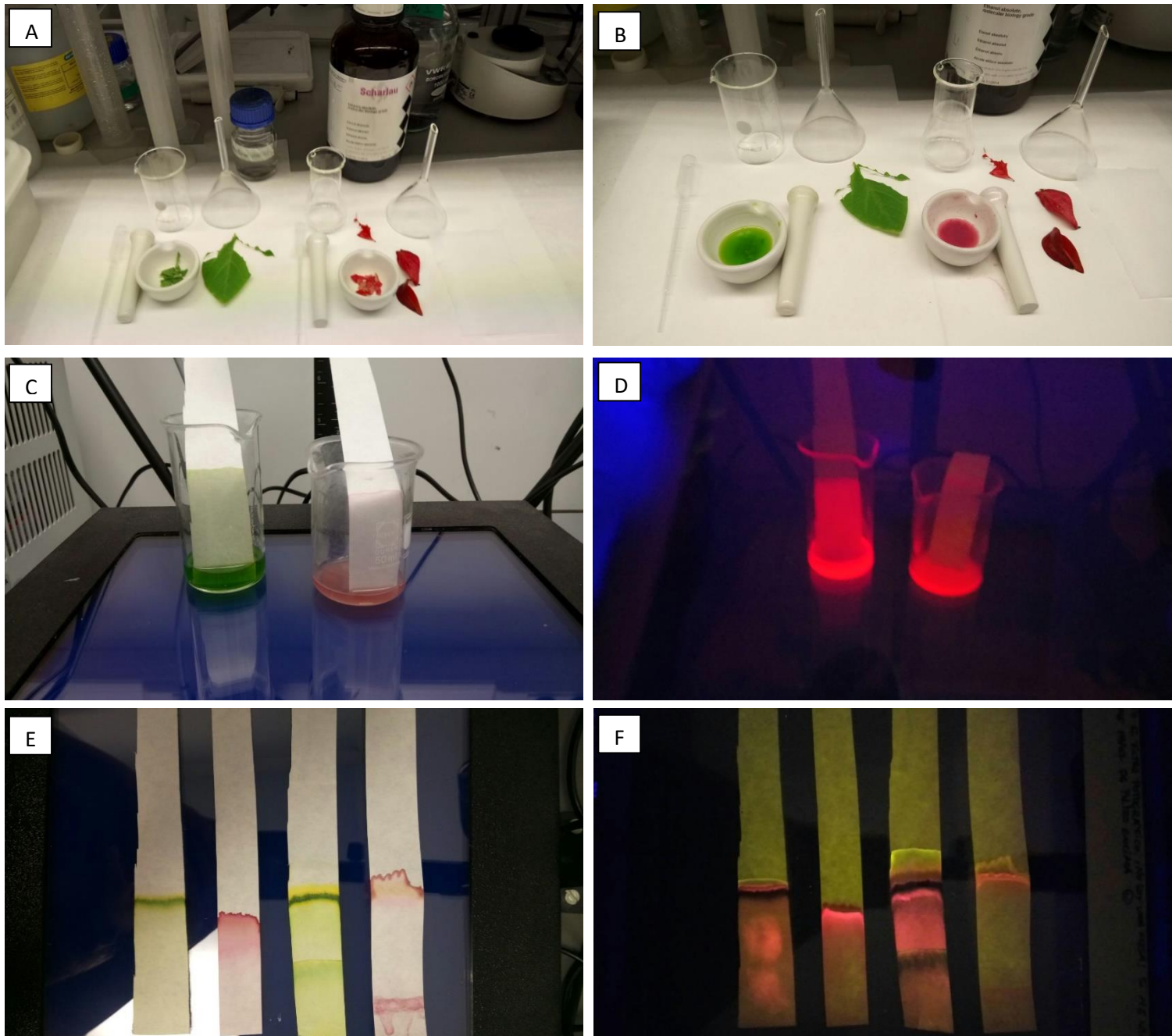


Figura 6.- (A-F) Experimento de extracción de pigmentos a partir de hojas de distintos colores.

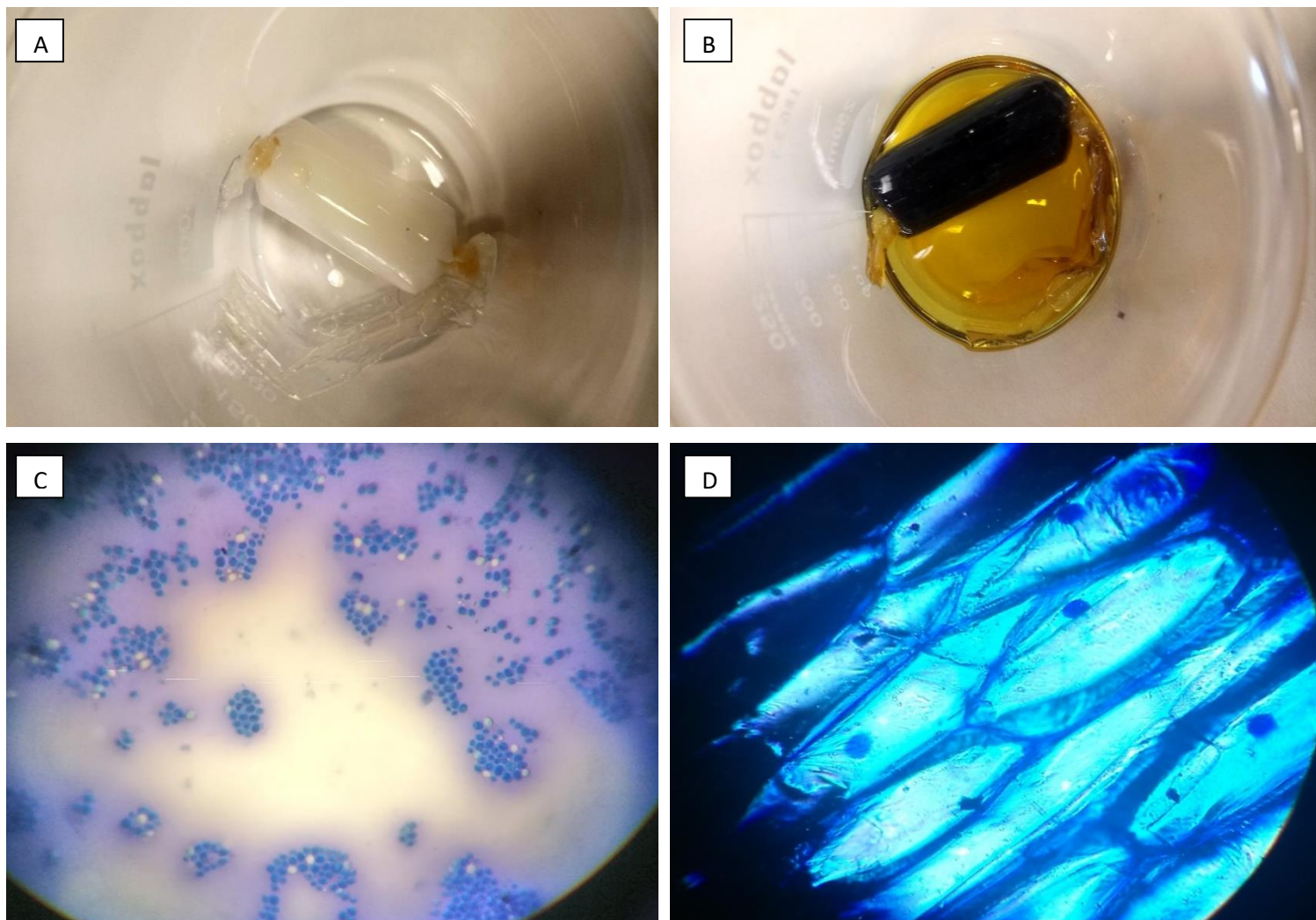


Figura 7.- (A, B) Experimento de osmosis con solución de almidón 1% y lugol concentrado. (C, D) Visión al microscopio de levadura y epidermis de cebolla con tinción azul de metileno 1%.

Pese a la calidad de las imágenes, en las **Figuras 6** y **7** se aprecia que todos los procedimientos funcionaban adecuadamente y podrían reproducirse en el entorno del taller.

Las fotografías obtenidas de los ensayos se utilizaron para elaborar las presentaciones del taller de divulgación con el fin de ayudar a los participantes a centrarse en los conceptos y en lo que iban a hacer ellos mismos.

III.- Resultados de la realización del taller de divulgación

Al taller acudieron un total de 65 personas, muchos adultos con sus hijos, que se distribuyeron por la sala ocupando los puestos de prácticas. A continuación se presenta una tabla resumen de los rangos de edad y sexo de los asistentes.

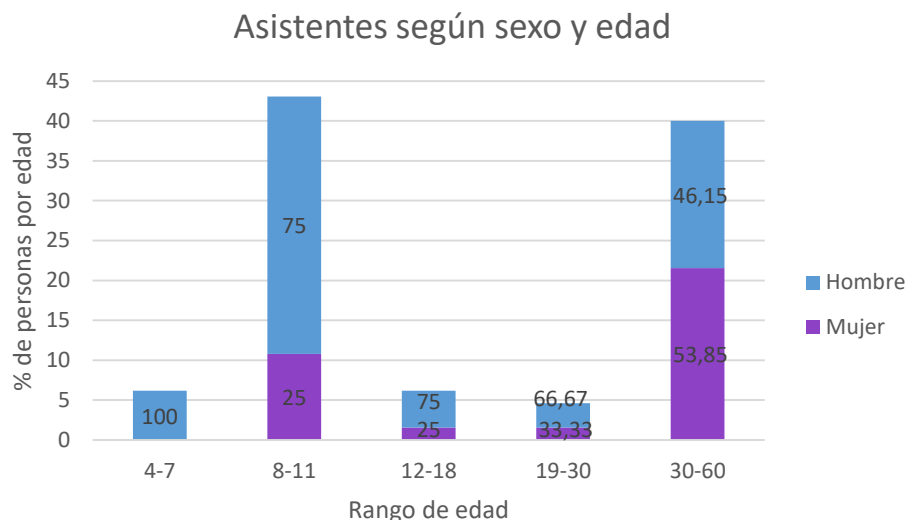


Figura 8.- Porcentaje de personas asistentes distribuidas por sexo y rango de edad.

En la **Figura 8** se puede ver que la mayor parte de los asistentes eran hombres, a excepción del grupo de mayores de 30, donde había más mujeres. Además, destaca el número de personas con un rango de edad comprendido entre los 8 y 11 años, y de 30 a 60 años. También es llamativo el bajo número de jóvenes asistes en edad de cursar la ESO.

Estos valores podrían suponer un conflicto en cuanto al carácter del trabajo de fin de Máster, ya que está enfocado para jóvenes de Educación Secundaria. No obstante, el carácter abierto del taller, la habitual mayor interacción entre los menores de 12 años y sus progenitores y la cercanía de fechas de exámenes en la ESO podrían explicar esos porcentajes de asistencia. Durante la adolescencia es frecuente que los jóvenes queden con su grupo de amigos y desarrollen actividades alternativas a las de sus padres (Akers, 1985), y no suelen estar interesados en seguir formándose, aunque sea de una manera tan dinámica como en los talleres de divulgación.

Por otra parte, los experimentos de los talleres y las presentaciones, pese a estar basadas en el currículo de la ESO, fueron diseñados de tal manera que fueran accesibles para todo el público independientemente de su edad y nivel. Si bien es cierto que quienes hayan cursado los ciclos de educación secundaria conocerían algunos de los términos y procesos tratados, ya que muchos se trabajan durante el primer año, los conocimientos previos

necesarios para comprender lo tratado durante el taller son muy básicos y buena parte pueden considerarse parte de la cultura general. Esto es aplicable sobre todo en cuanto a la fotosíntesis, el cambio de color de las hojas, la absorción de agua en las plantas y la existencia de distintas especies de seres vivos, ya sean árboles, animales, o bacterias como causantes de enfermedades (*Blosser, 1987; Carmichael et al., 1991; Ozay and Ostas, 2003*).

Por lo tanto, el hecho de que los asistentes mayoritariamente no pertenecieran al colectivo adolescente pareció no dificultar su comprensión del taller, ya que se llevó a cabo con el mismo nivel previsto para 1º ESO y los participantes seguían bien las explicaciones y experimentos.

A continuación se muestran algunas imágenes de la realización de los distintos experimentos que se llevaron a cabo en el taller.

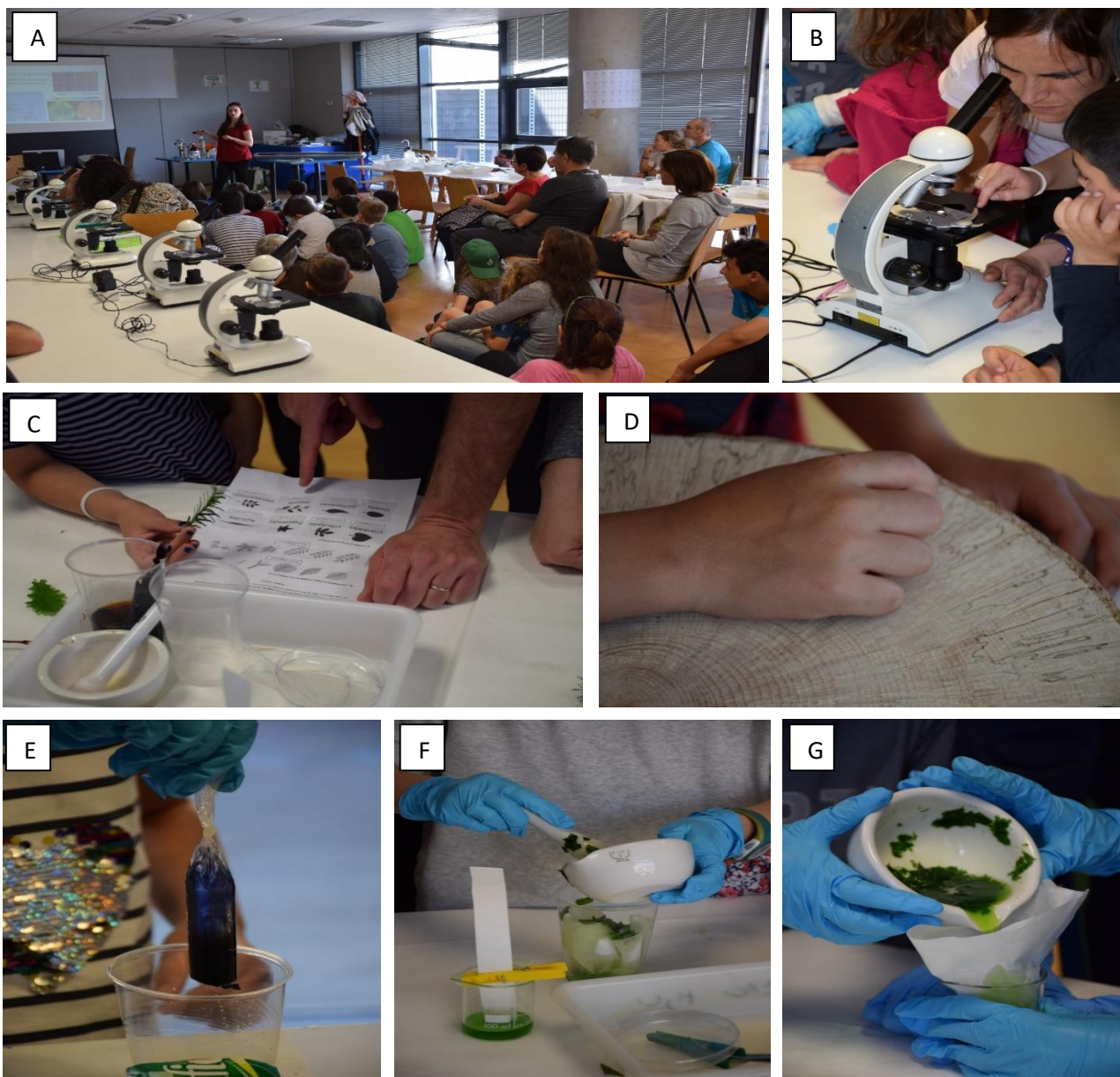


Figura 9.- (A-G) Algunas imágenes representativas de cada parte del taller.

IV.- Resultados de la valoración del taller de divulgación

Como se ha comentado anteriormente, al taller asistieron 65 personas, aunque no todas se apuntaron a la lista de asistencia proporcionada para futuros eventos, lo que dificultó mucho recoger su opinión en las encuestas de valoración. La participación en la encuesta fue aproximadamente del 13%.

Un total de 9 participantes respondieron a las encuestas proporcionadas a los asistentes al taller. A continuación se presenta un resumen de los comentarios de las encuestas.

Tabla 2.- Tabla resumen de los resultados de las encuestas de satisfacción del taller de divulgación.

Sexo y edad		Opinión					
M	V	Interesante	Útil	Nivel	Preferencia	Mejorable	Recomiendan
40*	9*	Sí	Sí	Adecuado- alto niños	Microscopio	Muy largo	Sí
	59	Sí	Sí	Adecuado	Microscopio	2 sesiones	Sí
	54	Sí	Sí	Adecuado	Todo	No niños	Sí
	29	Sí	Sí	Adecuado- alto niños	Microscopio Pigmentos	2 sesiones	Sí
17		Sí	Sí	Adecuado- alto niños	Microscopio	No niños	Sí
27		Sí	Sí	Adecuado	Microscopio		Sí
49		Sí	Sí	Adecuado	Microscopio Ponencia		Sí
	31	Sí	Sí	Adecuado	Microscopio Pigmentos Ponencia	No niños Clave dicotómica al aire libre	Sí

*La mujer de 40 años y el niño de 9 años realizaron una encuesta conjunta.

Como puede apreciarse, en general les resultó interesante y divertido. Lo que más les gustó fue la experiencia con los microscopios y la extracción de pigmentos, quizá por lo llamativo que resultaba el uso de tinciones y herramientas poco habituales. Cuando se les preguntó sobre el nivel de los conceptos del taller, a los adultos les pareció un poco elevado para los niños, pero éstos siguieron bien las explicaciones y en ningún momento parecieron perdidos (*punto de vista de la ponente y otros asistentes organizativos*). Es más, hacían preguntas razonables al respecto, buscando saber más sobre lo que estábamos haciendo, y cuando ya habían pasado 3 horas del taller (a pesar de que la duración programada era de 2 - 2 horas y media), muchos preguntaron si podían quedarse más tiempo. Se veían entusiasmados y con ganas de seguir aprendiendo, frente a los adultos, que estaban ya cansados y algunos habían perdido el interés.

Esto podría estar mostrando un desacuerdo entre lo que se considera habitualmente como un nivel adecuado de conceptos de ciencias, y lo que los participantes más jóvenes pueden y quieren saber. Ocasiones como ésta hacen plantearse si no se está infravalorando el poder del interés y la motivación como fuente del saber, ya que lo que los adultos consideraban como un poco excesivo, los niños lo veían como si fuera poco. En el caso de la divulgación, además, y al hacer atractivos los conceptos mediante enseñanza práctica, el hecho de que el asistente al evento forme parte activa de su proceso de aprendizaje hace que pueda decidir qué nivel es adecuado para sí. Si es excesivo, aprenderá aquello que más le llame la atención, le divierta, y profundizará o no en función de su interés. Sin embargo, si limitamos nosotros mismos el nivel, eliminando curiosidades o procesos por miedo a que sea demasiado, los participantes se quedarán con una visión muy simplificada de la realidad que probablemente no les lleve a preguntarse por nada más y se conformarán con la mínima información.

Además, la actitud a la hora de enfrentarse al taller también resulta llamativa al comparar entre adultos y jóvenes. Mientras que los jóvenes se mostraban entusiasmados, curiosos, y muy activos, el colectivo adulto permanecía en la mayor parte de los casos en un segundo plano. Esto no quiere decir que no se involucraran ni que los conceptos que se estaban trabajando no les llamaran la atención, pero la implicación era considerablemente menor. No obstante, aquellos más participativos sentían esa curiosidad propia de los más jóvenes, hacían preguntas muy interesantes tratando de saber más sobre el tema, y cómo podrían seguir investigando con sus hijos en casa. Es más, algunos de ellos se llevaron muestras de lo que habían trabajado en el taller, como las tiras de cromatografía de los pigmentos de las hojas machacadas, o portaobjetos con las tinciones de cebolla, levadura y yogurt, e incluso preguntaron precios de los materiales para poder repetir estas experiencias por sí mismos.

Con esto mismo también se hace patente el poder de la motivación y las emociones como precursor del aprendizaje, en vistas de la petición de varios asistentes (sobre todo entre los más jóvenes) de continuar más tiempo con el taller, llevarse muestras a casa para seguir investigando, hacer preguntas sobre los conceptos, aplicaciones, etc. (*Center for Development and Learning [CLDL], 2002; Great Schools, 2016*) Mientras que en los centros educativos con metodologías expositivas es poco habitual esta actitud y ganas de aprender, en el taller y las metodologías prácticas ha resultado bastante común.

Dos de los comentarios más llamativos de las opiniones recibidas se exponen a continuación, debido a la emoción, curiosidad e interés por aprender que transmiten, siendo

así un reflejo del valor de la divulgación y las metodologías prácticas como motor del aprendizaje significativo.

Ángel Marco, 54 años

“Buenas tardes a todos:

Ayer yo me quedé con ganas de ver todavía más cosas de esos otros Reinos, supongo que Santi también porque no vino por la tarde...je, je...

Como me llevé los microscopios del IES a mi casa, pues esta tarde me he puesto a la faena y la suerte del novato y en la primera muestra que he montado, me ha permitido ver unos bichos grandísimos como gusanos, transparentes de una largura unas treinta veces su anchura. Estaban en el agua de la charca estancada que yo llevé. No era pequeño, mi hijo lo podía ver a simple vista, o sea que podría tener unos dos o tres milímetros de largo...

En la misma muestra había otros gusanos diferentes, más pequeños con la cabeza con numerosos puntos rojos...

Luego he vuelto a hacer dos muestras más y no he conseguido semejantes monstruos, He visto alas de moscardón, pelo, puerro cocido, azúcar, y he preparado una muestra con el agua del acuario, pero las amebas gigantes no estaban, tampoco he podido ver ácaros...

Creo que si todavía están encontrando especies nuevas de animales en los bosques del Amazonas o de Borneo, ¿qué no se podrá encontrar con un microscopio e infinita paciencia?

Buscando en Google he encontrado al Hermano famoso del primer bicho... en el siguiente vídeo lo podéis ver... Se llama Phylum annelida, o sea uno de la familia de las lombrices... creo

<https://www.youtube.com/watch?v=N3BocNyBrxM> “

Santiago Ochoa, 48 años.

“Ya lo creo que me quedé con las ganas; podía haber aprendido algo de plantas y árboles para luego identificarlos cuando voy al monte. Por no hablar de las preciosas vistas que aparecen a través del microscopio, etc.! sobra!”

Pero bueno, la mañana del sábado disfruté cual enanillo.

Podías ramplar de vez en cuando un microscopio y enseñarnos los bichos del charco.

Las cosas que comentas de cuando descubrías la fauna estancada en el cristal, me recuerda mucho a cuando escudriñó las fotos de bichos y flores, muchas veces diminutos, después de un "paseo" por el monte.

Estos días he estado con mis sobrinos de cacería fotográfica y es para ellos una aventura cuando los buscan, y una gozada cuando ven las fotos al llegar a casa. Igual se podía hacer algo en este sentido con los mocetes y padres de DICTEL. Éxito garantizado XD.

Un taller impresionante el sábado. Venga.”

Analizando algunos de los comentarios que aparecen en las encuestas (consultar **Anexo 11**), así como otros que recibió DiCTEL por parte de los asistentes, se deja entrever que el colectivo adulto decidió por sí mismo ser menos participativo en pos de mejorar la experiencia de los más pequeños. Así, pese a ser un taller destinado para todos los asistentes, independientemente de su sexo, edad y condición, la propia dinámica del público determinó la prioridad de los niños por encima de los adultos, y los llevó a creer que estaba pensado sólo para los niños, no siendo ese el caso. Dado este inconveniente, las opiniones generales pedían que los talleres no fueran monopolizados por los pequeños, e incluso varios adultos pidieron que se hicieran talleres sólo para mayores para evitar esta contrariedad.

Esto también indica un interés creciente de los participantes por aprender en vistas de la buena experiencia vivida durante el taller, siendo así otra razón más para invertir en divulgación y fomentar las metodologías prácticas por encima de las expositivas. Además, el hecho de que participantes del taller de todas las edades sigan queriendo aprender, en contraposición de la actitud que suelen mostrar los estudiantes de secundaria durante las clases en los centros educativos, deja en evidencia que la diferencia no está en el nivel de conceptos (dado que ambos se enfocan a 1º de la ESO) sino en la metodología utilizada.

En el **Anexo 12** se han adjuntado las notas de prensa que se publicaron sobre el taller, con el número de participantes y algunas de las actividades realizadas. Estas publicaciones suelen ser una buena fuente de publicidad para DiCTEL y un llamamiento importante para mostrar el valor de la divulgación en la sociedad actual.

V.- Resultado de la entrevista a Jesús Pérez, de DiCTEL

La entrevista con Jesús Pérez resultó especialmente interesante por representar una visión de la educación fuera del aula, y ofrece una visión que no se consigue habitualmente en los centros educativos. A continuación se resumen algunas de las ideas principales. Se puede consultar la entrevista completa en el **Anexo 13**.

DiCtel surgió para hacer llegar a la sociedad una formación informal en ciencia y tecnología. Vista la forma en la que se daban asignaturas relacionadas con ésta en los colegios e institutos, consideraron que la experimentación de la ciencia por parte de los asistentes a los talleres era la mejor metodología para conseguir una mejor asimilación y comprensión de los conceptos, y por ello llevan 8 años haciéndolo.

Sin embargo, la organización de talleres de divulgación en ocasiones requiere una serie de materiales y recursos sólo conseguibles con cierta financiación, y los presupuestos generales no son muy generosos al respecto. Por ello, y cuando aún eran solo un grupo y no una asociación, decidieron recurrir a pedir proyectos a diversas entidades, logrando sólo el primero con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECTyT). El presupuesto con el que cuentan es de unos 1300€ anuales gracias al Ayuntamiento de Estella, sólo suficiente si se tiene en cuenta que la mano de obra es gratuita, reciclan al máximo los materiales que ya tienen o les ceden de manera puntual los que necesiten para los talleres. Además, destaca que los presupuestos generales del Estado, gobiernos, ayuntamientos etc. probablemente no son suficientes para hacer estos talleres de forma habitual, y las empresas privadas prefieren invertir en otros tipos de ocios, aunque no descartan recurrir a la esponsorización, una alternativa cada vez más habitual para conseguir financiación.

La ampliación de fronteras desde sus inicios, con concursos de robótica con LEGO, hasta la gran variedad de talleres que hacen hoy en día, viene dada por propuestas que hacen los propios integrantes de DiCTEL, temas que les resultan de interés o creen que pueden serlo para los demás, aunque también aceptan otras ajenas a la asociación.

Por su parte, consideran que la divulgación es muy valiosa para los jóvenes que aún están en ciclos formativos formales, y a menudo es casi la única fuente de formación de los adultos, dejando de lado Internet y otros recursos. Destaca, sin embargo, que pese a la accesibilidad y gratuidad de la red, los autodidactas requieren una voluntad, objetivos y un

tiempo a menudo escasos, y el taller facilita esta tarea al condensar este esfuerzo para el público general, por eso es tan importante promocionar este tipo de eventos.

Además, considera inviable hacer una prueba de evaluación a los asistentes de los talleres para ver qué han aprendido y en qué medida, dado que acaba con la finalidad del taller de divertirse y disfrutar de la experiencia sin presiones. De realizarse, los participantes estarían más preocupados por memorizar los conceptos para la prueba que por entenderlos y disfrutarlos, por lo que en DiCTEL valoran el éxito de los eventos desde su propia observación y los comentarios que los participantes les hagan al respecto.

Por último, al haber trabajado tanto en centros de educación superior como en divulgación, Jesús recomienda algo que lleva años reclamando el colectivo docente. Así, considera necesaria la reducción drástica de los temarios y del ratio de alumnos por profesor, y trabajar gran parte del currículo desde el punto de vista práctico, con talleres y clases en laboratorio para acercar a los estudiantes a la realidad de la ciencia y que vivan por sí mismos su proceso de aprendizaje. Por último, también pide que se exija que, tanto docentes en activo en los centros educativos como quienes forman a los propios docentes, tengan experiencia dentro y fuera del aula en todo tipo de técnicas para impartir clase.

Conclusiones

Del presente trabajo de fin de Máster se pueden extraer una serie de conclusiones.

En España, la metodología dominante en los centros educativos es la exposición por parte de docente de los contenidos exigidos por el currículo, donde el alumno adopta un rol pasivo durante su aprendizaje.

Debido a la limitación de tiempo y al alto contenido de conceptos que se exigen para la etapa de Educación Secundaria, muchos de los conceptos se trabajan de forma superficial, y a menudo sólo mediante libros de textos y sin experimentación. Esto, sumado a las ideas previas y cultura popular sobre ciencias (para el caso que nos atañe), hace que aún hoy persistan algunos errores conceptuales que se repiten desde hace años.

Algunos de estos conceptos son la creencia de que las plantas sólo hacen fotosíntesis y no respiran durante el día, o que no se debe dormir con una planta durante la noche porque nos deja sin oxígeno. Además, pese a que parece que se empieza a aceptar la existencia de los seres vivos microscópicos, aún hoy se asocian sólo con bacterias, y teniendo a éstas únicamente relacionadas con enfermedades. Sin embargo, parece que el concepto de ser vivo queda bastante claro, aunque falla cuando se profundiza un poco más en la célula.

En general, parece que se promueve la memorización de conceptos y no se busca que el alumnado conozca y comprenda las aplicaciones que tienen actualmente esos conceptos. No se relacionan los procesos como la fotosíntesis y la fluorescencia con conocer el estado de cultivos o dar subvenciones, o el uso de microorganismos para curar enfermedades, desarrollar alimentos, confeccionar tejidos, etc.

Por tanto, sería necesario ahondar más en estos conceptos, no sólo desde el punto de vista teórico, sino también práctico, para poder llegar más fácilmente al alumnado y que éste los comprenda mejor mediante la vivencia de experiencias relacionadas con ello. Además, la experimentación suele despertar mucho más el interés de los estudiantes y los motiva a querer seguir aprendiendo, algo que normalmente no se logra a través del estudio sólo con libros de texto y exposiciones por parte de los docentes.

Para esto es también necesario que se reduzcan drásticamente los temarios de los currículos exigidos en educación, ya que muchos contenidos están obsoletos y quitan tiempo para profundizar en lo que puede ser realmente valioso para los estudiantes.

El uso de los talleres de divulgación es una buena forma de despertar ese interés por aprender y compensar la falta de experiencias prácticas y motivantes en los centros educativos. Los participantes de los talleres se muestran mucho más receptivos e interesados ante los mismos conceptos que quienes sólo asisten a clases expositivas, lo que demuestra la necesidad de implementar más actividades prácticas por encima de las teóricas para que los estudiantes estén emocionados por su proceso de aprendizaje y aprendan por sí mismos con las herramientas dadas.

Así mismo, y debido al carácter y finalidad de los talleres de divulgación, la evaluación de los conceptos aprendidos mediante pruebas o exámenes se hace inviable, ya que minaría el interés por aprender. Los participantes pasarían más tiempo preocupados por memorizar lo máximo posible y no prestarían atención al evento ni lo disfrutarían sabiendo que después van a ser evaluados, los distraería de la verdadera naturaleza del taller.

Además, se hace necesario formar activamente a los docentes y a quienes los forman en las metodologías prácticas, visto que se ha demostrado que fomenta una mejor asimilación y comprensión de los temarios por parte del alumnado.

Propuestas de mejora

En vistas de los resultados obtenidos, se proponen una serie de mejoras para posteriores estudios sobre la educación, el valor de la metodología práctica y la divulgación.

De cara a posteriores experimentos sobre errores conceptuales, y para despejar las dudas surgidas durante el presente estudio, podrían estudiarse las siguientes opciones.

De cara a realizar este mismo test, se propone realizarlo con varios grupos del mismo nivel educativo con

- 1 grupo control, que no recibe clases sobre el tema a estudiar y responde al cuestionario. Así, el conocimiento de los conceptos sólo viene de su cultura general y no del centro educativo.
- 1 grupo que recibe clases expositivas sobre el tema y responde al cuestionario. Así, el conocimiento viene dado de la cultura general y además la clase expositiva del docente, donde podrá verse cuánto marca la diferencia el recibir la clase expositiva respecto al grupo control.
- 1 grupo no recibe clases sobre el tema y participa en el taller o práctica de todo el tema. Si los participantes entienden todos los contenidos se verá el valor de la práctica respecto a la metodología expositiva y la cultura general, pero sería necesario comprobar si son capaces de extrapolar lo aprendido más allá de la experiencia del propio taller. Si no comprenden todo es que sólo la clase práctica no es suficiente para que entiendan los conceptos.
- 1 grupo recibe clases y además hace el taller. Con esto tiene toda la información disponible de todas las metodologías y origen de conocimiento. En caso de que no comprendan los conceptos puede deberse a que tiene muchas ideas distintas y las mezcla, pero si los entiende se debe a que puede verlo por sí mismo y lo integra con lo que sabe hasta ese momento.

Además, también se propone realizarlo antes y después de cada sesión expositiva o práctica, a fin de comparar la

De cara al panorama de la divulgación, se propone invertir más dinero, organizar jornadas en distintos ámbitos y enfocados a distintos colectivos para acercar a niños y adultos al mundo científico, inculcar respeto por la ciencia y sus profesionales, mejorar la educación con menos currículo para dedicar más tiempo a lo que se considere más importante, y hacer una mejor distribución de éste para que sea más fácilmente trabajable desde la práctica.

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecerle a todo el equipo Dictel la oportunidad de trabajar con ellos para elaborar el taller de divulgación y cedernos sus instalaciones. Especialmente darle las gracias a Jesús Pérez, por ser el nexo entre la asociación y yo, prestarse para todo lo que he necesitado, y ser esa mano amiga en los momentos de pánico. Me he sentido muy a gusto con ellos en todo momento, hacen un trabajo extraordinario al intentar acercar la ciencia a todos los públicos e inspirar desde los más pequeños hasta los más mayores. Esta experiencia con ellos ha sido muy enriquecedora personal y académicamente, ya que me ha permitido aprender a desenvolverse mejor con personas de todas las edades, tratar de ajustarme a sus necesidades e intereses, y acercarles un campo tan querido para mí como lo es la biología, y todo de la mano de esta asociación.

Además, quiero reconocer el valor de quienes asistieron al taller, ya que era mi primera experiencia y aguantaron lo que les eché y más. Sin su participación este trabajo no hubiera sido posible, y quiero pensar que lo disfrutaron tanto como yo.

Quiero agradecerle a mi tutora durante el prácticum II, María José Arana, por permitirme robarle 20 minutos de su clase para hacer el test de errores conceptuales con los alumnos de 1º de la ESO, y a ellos mismos por prestarse más o menos voluntarios a hacerlo. También quiero agradecer el apoyo de Maite Larrageta por prestarme ayuda con el test.

Agradecerle a José Morán el ponerme en contacto con Dictel, los materiales prestados para el taller, permitirme hacer las pruebas que necesitara en su laboratorio y darme su apoyo.

También le doy las gracias a Maider Bizkarguenaga, por ser la amiga indispensable que todo el mundo necesita y ayudarme a desenvolverse como segunda de a bordo entre tanto participante del taller. Tenerla fue más que un regalo.

A mi pareja Javier Buezo, por ayudarme con mis dudas, mostrarme su apoyo durante el diseño y realización de todo el trabajo, ser ese otro compañero de laboratorio que te ayuda cuando el voltio maligno te juega una mala pasada con Excel y te saca de cualquier lío con una sonrisa. Saber que estaba siempre ahí cuando más lo necesitaba y verlo orgulloso de mí era todo lo que necesitaba para seguir adelante.

Y siempre agradecerles a mis padres su confianza y apoyo cuando más los necesito, y con cuyo sustento he podido hacer este máster y seguir avanzando hacia mi futuro laboral.

A todos, gracias.

Bibliografía

- Akers, R. L. (1985). Deviant behaviour: A Social Learning Approach. Belmont; Wadsworth.
- American Association for Advancing in Science. AAAS. Project 2061 (2013). Designs for science literacy. Chapter 7. Unburdening the curriculum.
- Andrews, T. C. and Lemons, P. P. (2015). It's personal: biology instructors prioritize personal evidence over empirical evidence in teaching decisions. CBE Life Science Education.
- Bell, P. *et al.* (2009). Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits. National Research Council. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Blosser, P. (1987). Secondary school students' comprehension of science concepts: Some findings from misconceptions research. SMEAC Science Education Digest.
- Cambridge Primary Review (2009) Children, their World, their Education: final report and recommendations of the Cambridge Primary. Review.
- Carmichael, P. *et al.* (1991). Research on Students' Conceptions in Science: A Bibliography. Children's Learning in Science Research Group, University of Leeds.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. Educational Research and Reviews. Academic Journals
- El País, 31.05.2017. Consultado 09.06.2017
http://economia.elpais.com/economia/2017/05/31/actualidad/1496226871_118459.html
- Falk, J.H. and Dierking, L.D. (2010). The 95 Percent Solution. American Scientist.
- Fisher, K. M. and Moody, D. E. (2002) Mapping Biology Knowledge. Chapter Student Misconceptions in Biology. Science & Technology Education Library.
- Freeman, S. *et al.* (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.

- Haak, D. C. *et al.* (2011). Increased structure and active learning reduce the achievement gap in introductory biology. *Science*.
- Informe de Inclusión Social en España 2009 de la Obra Social Caixa Catalunya <http://www.redeseducacion.net/articulos/Informes/informe%20inclusion%20social%202009.pdf>
- Ley Orgánica de Educación (2006). BOE-A-2006-7899.
- Okebukola, P. A. (1986). Cooperative learning and students' attitudes to laboratory work. *School Science Math*.
- Ozay, E. and Oztas, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*.
- Página web Center for Development and Learning [CDL]. Entrada 1.01.2002. The connections between emotions and learning.
- <http://www.cdl.org/articles/the-connections-between-emotions-and-learning/>
- Página web Great Schools.org. Entrada 17.02.2016. The role of emotions in learning. <http://www.greatschools.org/gk/articles/the-role-of-emotions-in-learning/>
- Piaget, J. and García, R. (1982) *Psicogénesis e Historia de las Ciencias*. Siglo XXI
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre. BOE- A- 2015-37.
- SEPG. Secretaria del Estado de Presupuestos y Gastos (2017). Consultado 9.06.2017. <http://www.sepg.pap.minhfp.gob.es/sitios/sepg/es-ES/Presupuestos/ProyectoPGE/Paginas/ProyectoPGE2017.aspx>
- Seymour, E. and Hewitt, N. M. (1997). *Talking about Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences*, Boulder, CO: Westview.
- The Finnish National Board of Education (2012) - Pre-Primary Education. Consultado 12.01.2012. http://www.oph.fi/english/education/pre-primary_education
- Wiggins, B. L. *et al.* (2017) .ASPECT: A Survey to Assess Student Perspective of Engagement in an Active-Learning Classroom. *Life Sciences Education*. The American Society for Cell Biology.

Anexo 1.- Currículo actual de la LOMCE y conceptos destacados

Se ha simplificado el currículo para destacar aquello en lo que se ha basado el presente trabajo.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA. 1º ESO
Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica
<ol style="list-style-type: none">1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel.2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud.3. Realizar un trabajo experimental con ayuda de un guión de prácticas de laboratorio o de campo describiendo su ejecución e interpretando sus resultados.
Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra
<ol style="list-style-type: none">1. Conocer los postulados de la teoría celular. Determinar las características que diferencian a los seres vivos de la materia inerte.2. Describir las funciones comunes a todos los seres vivos. Diferenciar nutrición autótrofa y nutrición heterótrofa. Diferenciar reproducción sexual y asexual.4. Conocer y aplicar los criterios que sirven para clasificar a los seres vivos en sus diferentes reinos.8. Utilizar claves dicotómicas u otros medios para la identificación y clasificación de animales y plantas.9. Diferenciar los grandes grupos en que se clasifican las plantas, describir la manera en que llevan a cabo sus funciones vitales y reconocer la importancia de estas para la vida.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA. 3º ESO
Bloque 4. Las personas y la salud. Promoción de la salud
<ol style="list-style-type: none">4. Clasificar las enfermedades según diferentes criterios y valorar la importancia de los estilos de vida para prevenirlas.5. Conocer las enfermedades infecciosas y no infecciosas más comunes que afectan a la población, así como sus causas y su tratamiento.
Bloque 6. Los ecosistemas
<ol style="list-style-type: none">2. Identificar en un ecosistema los factores abióticos y bióticos explicando su influencia en el mismo.4. Describir los principales factores que condicionan la vida en el medio terrestre y las adaptaciones de los seres vivos ante ellos, utilizando ejemplos concretos de ecosistemas terrestres.5. Identificar en un ecosistema los factores desencadenantes de desequilibrios y establecer estrategias para restablecer el equilibrio del mismo.6. Reconocer y difundir acciones que favorecen la conservación del medio ambiente.

Biología y Geología. 4º ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1. La evolución de la vida		
<p>1. Determinar las analogías y diferencias en la estructura de las células procariotas y eucariotas, interpretando las relaciones evolutivas entre ellas.</p> <p>2. Identificar el núcleo celular y su organización según las fases del ciclo celular a través de la observación directa o indirecta.</p> <p>14. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente).</p> <p>15. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.</p>		
Bloque 3. Ecología y medio ambiente		
<p>1 Categorizar los factores ambientales y su influencia sobre los seres vivos.</p> <p>7. Relacionar las pérdidas energéticas producidas en cada nivel trófico con el aprovechamiento de los recursos alimentarios del planeta desde un punto de vista sostenible.</p> <p>8. Contrastar algunas actuaciones humanas sobre diferentes ecosistemas, valorar su influencia y argumentar las razones de ciertas actuaciones individuales y colectivas para evitar su deterioro.</p>		

Biología y Geología. 1º Bachillerato		
Bloque 1. Los seres vivos: composición y función		
<p>1. Especificar las características que definen a los seres vivos.</p> <p>2. 3. Diferenciar y clasificar los diferentes tipos de biomoléculas que constituyen la materia viva relacionándolas con sus respectivas funciones biológicas en la célula.</p>		
Bloque 2. La organización celular		
<p>1. Distinguir una célula procariota de una eucariota y una célula animal de una vegetal, analizando sus semejanzas y diferencias.</p> <p>2. Identificar los orgánulos celulares, describiendo su estructura y función.</p>		
Bloque 3. Histología		
<p>2. Reconocer la estructura y composición de los tejidos animales y vegetales relacionándoles con las funciones que realizan.</p> <p>3. Asociar imágenes microscópicas con el tejido al que pertenecen.</p>		
Bloque 4. La biodiversidad		
<p>1. Conocer los grandes grupos taxonómicos de seres vivos.</p> <p>2. Conocer las características de los tres dominios y los cinco reinos en los que se clasifican los seres vivos.</p> <p>3. Interpretar los sistemas de clasificación y nomenclatura de los seres vivos.</p>		

6. Relacionar las zonas biogeográficas con las principales variables climáticas. 14. Conocer las aplicaciones de la biodiversidad en campos como la salud, la medicina, la alimentación y la industria. 16. Enumerar las principales causas de origen antrópico que alteran la biodiversidad. 18. Describir las principales especies y valorar la biodiversidad de un ecosistema cercano.
Bloque 5. Las plantas: sus funciones y adaptaciones al medio
1. Describir cómo se realiza la absorción de agua y sales minerales. 5. Comprender las fases de la fotosíntesis, los factores que la afectan y su importancia biológica. 10. Comprender los efectos de la temperatura y de la luz en el desarrollo de las plantas.

Biología. 2º Bachillerato
Bloque 1. La base molecular y fisicoquímica de la vida
2. Argumentar las razones por las cuales el agua y las sales minerales son fundamentales en los procesos biológicos. 3. Reconocer los diferentes tipos de macromoléculas que constituyen la materia viva y relacionarlas con sus respectivas funciones biológicas en la célula.
Bloque 2. La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular
1. Establecer las diferencias estructurales y de composición entre células procariotas y eucariotas. 2. Interpretar la estructura de una célula eucariótica animal y una vegetal, pudiendo identificar y representar sus orgánulos y describir la función que desempeñan. 3. Analizar el ciclo celular y diferenciar sus fases. 4. Distinguir los tipos de división celular y desarrollar los acontecimientos que ocurren en cada fase de los mismos. 10. Pormenorizar los diferentes procesos que tienen lugar en cada fase de la fotosíntesis. 11. Justificar la importancia biológica de la fotosíntesis como proceso de biosíntesis, individual para los organismos pero también global en el mantenimiento de la vida en la Tierra.
Bloque 3. Genética y evolución
Bloque 4. El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología
1. Diferenciar y distinguir los tipos de microorganismos en función de su organización celular. 2. Describir las características estructurales y funcionales de los distintos grupos de microorganismos. 4. Valorar la importancia de los microorganismos en los ciclos geoquímicos. 5. Reconocer las enfermedades más frecuentes transmitidas por los microorganismos y utilizar el vocabulario adecuado relacionado con ellas. 6. Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.

Anexo 2.- Test de ideas previas y errores conceptuales

Cuestionario

BLOQUE I
Por favor, indique los siguientes datos:
Nombre y apellidos: _____
Género: <input type="checkbox"/> Hombre <input type="checkbox"/> Mujer Edad: _____ Nacionalidad: _____
Curso en el que estás: _____
¿Has repetido alguna vez de curso? Si es así, indica en cuál: _____
¿En qué tipo de centro estudias o has estudiado?
<input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Concertado
Indica la localidad donde se ubica tu centro de estudios: _____

BLOQUE II

Por favor responde lo más correctamente que puedas a las siguientes cuestiones. Además, para ayudarnos a comprender mejor vuestras respuestas, por favor, no olvides rellenar las 2 casillas anexas a las cuestiones. Así, para cada pregunta del test, describe con un número:

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: Nada seguro, 5: Completamente seguro)

También, para cada pregunta del test, describe con uno o más números (si coincide con varias opciones):

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta)

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. No entiendo la pregunta | 4. He contestado al azar |
| 2. No conozco el concepto | 5. He contestado por descarte |
| 3. Conozco el concepto, pero no lo entiendo | |

Muchas gracias por tu ayuda. Ahora, ¡a por el test!

Por favor, contesta a las siguientes preguntas con la mayor sinceridad posible. No serás evaluado.

Contesta a las preguntas. Sólo hay una correcta.

1. ¿Qué es una clave dicotómica?

- a) Eso no existe
- b) Libro de instrucciones para clasificar especies
- c) Proceso metabólico que tiene que ver con plantas
- d) Un instrumento de música

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

2. ¿Para qué sirve una clave dicotómica?

- a) Conocer el entorno
- b) Clasificar seres vivos, objetos, etc.
- c) No sirve para nada
- d) Para componer y tocar música

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

3. ¿Todas las plantas son árboles?

- a) Sí, sólo son árboles
- b) No, también existen hierbas y arbustos
- c) No, también algunas rocas y mamíferos
- d) No, los árboles no son plantas

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

4. Todos los seres vivos necesitan nutrirse, ¿cómo lo hacen las plantas?

- a) Descomponen cadáveres
- b) Cazan animales
- c) Fotosíntesis y nutrientes del suelo
- d) Las plantas son autótrofas, no necesitan nutrirse

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

5. ¿Qué es la fotosíntesis?

- a) Proceso de nutrición de las plantas
- b) Proceso de nutrición común a diferentes grupos de seres vivos
- c) Proceso de relación de plantas con el entorno
- d) Las preguntas a y b son correctas

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

6. La fotosíntesis se produce en las plantas en:

- a) El tallo
- b) Los cloroplastos
- c) Las mitocondrias
- d) La pared celular

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

7. Además, de dar oxígeno, podemos usar la fotosíntesis para

- a) Conocer el estado de los cultivos
- b) No sirve para nada
- c) Dar subvenciones a los agricultores
- d) Las respuestas a y c son correctas

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

8. ¿Qué es la osmosis?

- a) Propiedad de establecer un equilibrio entre dos soluciones con diferente concentración
- b) Un proceso que ocurre en todos los seres vivos
- c) Propiedad que permite nutrirse a los seres vivos
- d) Todas las opciones son correctas

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

9. ¿Qué usos podemos hacer de la osmosis?

- a) Diálisis para curar enfermedades
- b) Llenar o vaciar de agua algunos recipientes
- c) Ayuda al intercambio de gases durante la respiración
- d) Todas las respuestas son correctas

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

10. ¿Las plantas tienen más de un tipo de pigmento?

- a) Sí, verde en primavera y marrón en otoño
- b) No, sólo verde
- c) Siempre hay varios, pero no vemos todos a la vez
- d) Las plantas no tienen pigmentos

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

11. Si duermo con una planta en mi habitación por la noche, ¿puede dejarme sin oxígeno?

- a) Sí, las plantas consumen mucho aire
- b) No, las plantas no respiran por la noche
- c) No, las plantas respiran muy poco comparado con lo que respiran los humanos
- d) No, las plantas expulsan aire gracias a la fotosíntesis

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

12. ¿Las plantas respiran oxígeno durante el día?

- a) No, sólo lo expulsan
- b) No, las plantas no respiran
- c) Sí, hacen fotosíntesis y respiran a la vez
- d) No, las plantas sólo respiran por la noche

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

13. ¿Todos los seres vivos son plantas y animales?

- a) Sí, no existe ningún otro ser vivo
- b) No, existen otros grupos diferentes
- c) No, también lo son las rocas
- d) No, las plantas no son seres vivos

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

14. ¿Todos los seres vivos están formados por una o más células?

- a) No, las células sólo las tenemos los humanos
- b) No, porque solo las tienen las plantas y animales
- c) Sí, pero no todas sus partes tienen células
- d) Sí, es una característica de todos los seres vivos

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

15. ¿Todos los seres vivos tienen material hereditario (ADN, ARN)?

- a) Sí, es una característica de todos los seres vivos
- b) No, los seres vivos se forman por generación espontánea, no necesitan ADN
- c) No, sólo algunos organismos tienen
- d) Sí, y es igual en todos los seres vivos

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

16. ¿Todos los seres vivos tienen núcleo en sus células?

- a) No, hay seres vivos sin células
- b) Sí, todas las células los tienen
- c) No, algunos seres vivos tienen células con núcleo y otras no
- d) No, los organismos unicelulares no tienen

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

17. ¿Hay seres vivos que no vemos a simple vista?

- a) Sí, se llaman microorganismos
- b) No, todos son grandes y se mueven
- c) Sí, pero porque son invisibles
- d) Sí, pero no tenemos herramientas para verlos

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

18. ¿Qué necesito para ver microorganismos?

- a) Se pueden ver a simple vista
- b) Un microscopio
- c) Una lupa
- d) Visión de rayos X

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

19. Los microorganismos pueden ser

- a) Bacterias, protozoos, algas y animales
- b) Bacterias y protozoos, ni algas ni animales
- c) Sólo bacterias
- d) Bacterias, protozoos, algas, hongos y algunos animales

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

20. ¿Para qué nos sirven los microorganismos?

- a) Sólo nos causan enfermedades
- b) Fabricar cerveza, pan, medicinas
- c) Fabricar alimentos y otras materias, causar y curar enfermedades, etc.
- d) Sólo para hacer algunos alimentos

¿Cómo de seguro estás de tu respuesta? (1: nada seguro, 5: completamente seguro) _____

Si no estás seguro es porque... (Puedes marcar más de una respuesta) _____

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí qué te han parecido las preguntas, justificar tus respuestas si quieres, y otros comentarios que creas de interés.

Anexo 3.- Simplificación de los protocolos seguidos en el taller

A) Extracción de pigmentos, cromatografía y fluorescencia

Materiales

- Mortero
- Hojas vegetales
- Etanol 70%
- Filtros de café
- Papel de filtro
- Lámpara luz UV

Protocolo

1. Eliminar los nervios más grandes de las hojas
2. Trocear y machacar en el mortero con etanol hasta lograr un tono verde
3. Filtrar en un vaso de precipitados con un filtro de café
4. Cortar una tira de papel de filtro e introducir la base en el líquido filtrado
5. Dejar que los pigmentos suban por la tira de papel
6. Ver bajo luz UV para apreciar el color de la fluorescencia y las bandas de pigmentos.

B) Osmosis

Materiales

- Membrana de diálisis
- Almidón soluble (Panreac) Solución al 1%
- Lugol concentrado (Sigma)

Protocolo

1. Activar la membrana de diálisis con agua destilada (poner a remojo 3 minutos)
2. Hacer un nudo en uno de los extremos de la membrana
3. Hacer otro nudo sobre ese mismo nudo para reforzarlo
4. Introducir aproximadamente 10ml de solución de almidón 1% con cuidado de no manchar la parte del fuera de la membrana
5. Cerrar con un nudo el extremo libre de la membrana
6. Lavar con agua para eliminar restos que hayan quedado
7. Introducir en un recipiente con reactivo de lugol y esperar a ver la reacción

C) Microscopía: Observación de bacterias del yogurt y levaduras

Materiales

- Yogurt
- Levadura
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Pipeta Pasteur
- Palillo de dientes
- Placa de Petri
- Azul de metileno 1%

Protocolo

5. Coger una gota del líquido del yogur y extenderlo en un portaobjetos. Dejar secar.
6. Coger con la punta de un palillo un poquito de levadura, añadir una gota de agua, y extender por el portaobjetos. Dejar secar.
7. Añadir una gota de azul de metileno que cubra la muestra
8. Poner el cubreobjetos encima y secar con papel de filtro la tinción que sobresalga
9. Mirar al microscopio empezando por el objetivo de 4 aumentos hasta llegar al de 40.

Anexo 4.- Presentación sobre Pigmentos y fluorescencia y bibliografía utilizada



¿Qué son los pigmentos?

- Las plantas y algas tienen diferentes colores (pigmentos)
 - Verde (clorofilas)
 - Rojo, naranja y amarillo (carotenoides)
 - Rojo y Azul (ficobilinas)
- Y estos pigmentos, ¿para qué sirven?



Tipos de Pigmentos Fotosintéticos
CLOROFILAS: clor. a, b, c, d y e
CAROTENOIDES: Carotenos y Xantofilas
FICOBILINAS: Ficocianina y Ficoeritrina

¿Para qué sirven los pigmentos?

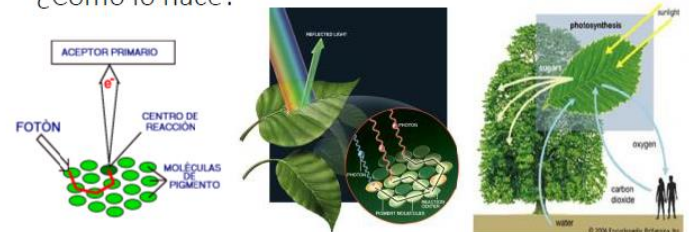
- Cada color (pigmento) tiene una función
- El más conocido es la **CLOROFILA** (color verde)
 - Ayuda a la planta a nutrirse a través de un proceso llamado FOTOSÍNTESIS

¿Cómo se nutren?

- Por las **HOJAS** la planta aprovecha la **ENERGÍA** de la **LUZ** por **fotosíntesis**
- Por las **RAÍCES** la planta toma **AGUA** y **NUTRIENTES** por **osmosis** y otros modos
- Con la **FOTOSÍNTESIS** de las **HOJAS** usa esa luz para transformar el agua y los nutrientes y así poder crecer



¿Cómo lo hace?



- La luz llega a una parte del pigmento verde (clorofila) y la planta aprovecha esa energía para alimentarse y crecer.
- Y además, ¡produce oxígeno que respiramos!

¿Y los demás pigmentos, qué hacen?

- Los pigmentos **rojos, amarillos y marrones**
 - Son antioxidantes: ayudan a eliminar toxinas
 - También ayudan a coger la luz que no puede coger el pigmento **verde**
- Los pigmentos **azules** ayudan a absorber la luz que no puede coger el pigmento **verde**
- También dan color a las flores



¿Y siempre están ahí?

- Las hojas son verdes en verano y marrones en otoño, pero...
- Si solo vemos un color a la vez, ¿eso es que sólo hay uno?
- ¿Y cómo podemos saberlo? **LA QUÍMICA DEL COLOR OTOÑAL DE LAS HOJAS**



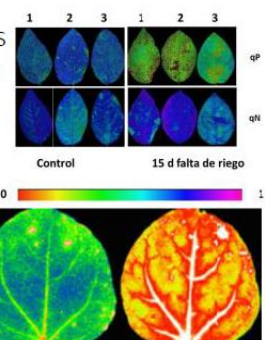
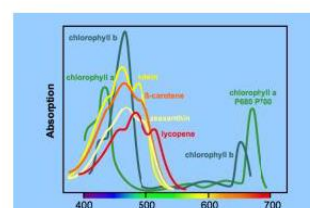
Métodos para ver pigmentos

- Podemos hacer una **EXTRACCIÓN** de pigmentos y una **CROMATOGRAFÍA**
 - Como cada pigmento tiene un tamaño, los veremos separados en la tira



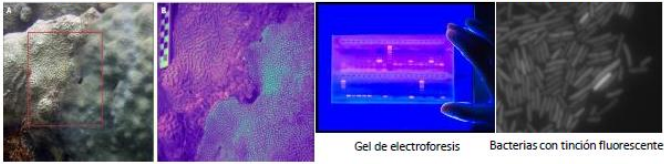
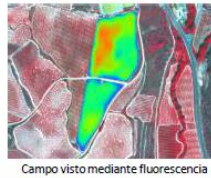
Métodos para ver pigmentos

- Podemos usar la **FLUORESCENCIA** para verlos
 - Cada pigmento se puede ver con luz diferente
 - Distintas utilidades



Curiosidades de la fluorescencia

- Podemos usar la FLUORESCENCIA para
 - Ver si las plantas, las algas, los corales etc. están sanos
 - Dar subvenciones a los agricultores
 - En medicina, investigación
 - Etc...



Corales vistos sin (A) y con luz UV (B). Se aprecia diferencia de fluorescencia, parte derecha más enferma.

Gel de electroforesis Bacterias con tinción fluorescente

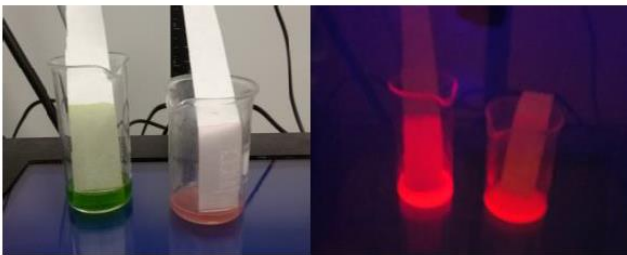
¿Qué vamos a ver?

Cómo extraer los pigmentos de las hojas



¿Qué vamos a ver?

Ver si fluorescen con luz UV



¿Qué vamos a ver?

¿Diferentes bandas en la tiras?



Referencias de la presentación

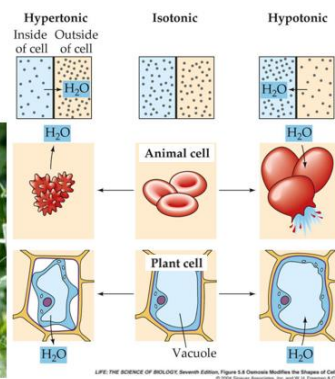
- Diapositiva 1. Imagen de hojas de colores. Blog de Ecoescuela 2.0. Entrada 1.02.2015.
<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ncarroq/page/2/>
- Diapositiva 2. Tabla modificada de Universidad Politécnica de Valencia. Consultado 16.04.2017.
http://www.euita.upv.es/varios/biologia/images/Figuras_tema11/figura11_15b.jpg
- Diapositiva 2. Imagen de algas. Blog Eliana Corujo. Entrada 2.05.2016.
<http://profesoraelianacorujo.blogspot.com.es/2016/05/texto-expositivo.html>
- Diapositiva 2. Paisaje de árbol y amapolas. Página web 4ever.eu. Consultado 16.04.2017.
<https://imagenes.4ever.eu/naturaleza/paisajes/arbol-solitario-211293>
- Diapositiva 3. Imagen de planta. Blog Diplomado TICS. Entrada 05.11.2014.
<http://cursodediplomadotic.blogspot.com.es/2014/11/las-plantas-y-sus-partes-funciones.html>
- Diapositiva 4. Esquema de fotorreceptor. Página web Almez Pntic. Consultado 16.04.2017.
http://almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/Fotosintesis/clorofila_y_pigmentos_accesorios.html
- Diapositiva 4. Esquema de fotosíntesis. Blog Nodolab. Entrada 08.03.2011.
http://www.nodolab.com/nodo_b_robertovelazquez_t02_inter_relacion/
- Diapositiva 5. Imagen de algas. Blog Por qué, cómo y dónde. Entrada 04.2013.
<http://www.porquecomoydonde.net/2009/04/por-que-existen-algas-de-distintos.html>

- Diapositiva 5. Imagen de flores. Página web 4ever.eu. Consultado 16.04.2017.
<https://imagenes.4ever.eu/naturaleza/plantas/el-altramuz-237677>
- Diapositiva 6. Imagen modificada de Compound interest 2014. Leaf designed by Peter Silk from the Noun Project.
- Diapositiva 7. Dos primeras imágenes de la izquierda de elaboración propia.
- Diapositiva 7. Esquema de cromatografía de pigmentos. Presentación Pigmentos fotosintéticos. Yomi S Mtz.
<https://es.slideshare.net/yomismtz/pigmentos-fotosintticos-50330949>
- Diapositiva 8. Gráfica de absorción en pigmentos. Página web Acuario de Arrecife. Consultado 16.04.2017.
http://www.acuariodearrecife.com/imagenes/originales/absorcion_espectro_luminoso.jpg
- Diapositiva 8. Imagen abajo a la derecha. The American Society of Photobiology (2015). Photochemistry and photobiology. ISSN: 1751-1097
- Diapositiva 8. Imagen de arriba a la derecha. Blog Antioxidants group. Entrada 10.10.2013.
<https://antioxidantsgroup.wordpress.com/2013/10/10/fluorescencia-de-clorofilas/>
- Diapositiva 9. Imagen de corales tomada de USGS Science for a changing world (2009): Applying New Methods to Diagnose Coral Diseases. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey. Fact Sheet 2009–3113.
- Diapositiva 9. Imagen de gel de electroforesis. Página web Environmental information. Consultado 16.04.2017.
<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/en/node/8929>
- Diapositiva 9. Imagen de campo visto con fluorescencia. Página web Cursos teledetección. Consultado 16.04.2017.
<http://www.cursosteledeteccion.com/actualizacion-de-los-cursos-de-teledeteccion-a-las-aplicaciones-con-drones/>
- Diapositiva 9. Imagen de bacterias de elaboración propia.
- Diapositivas 10-12. Imágenes de elaboración propia.

Anexo 5.- Presentación sobre osmosis y bibliografía utilizada

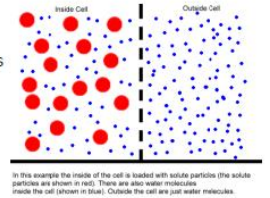
Osmosis

Marta Ballesteros Igea



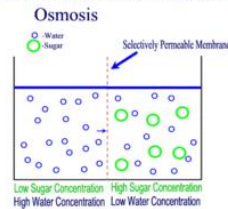
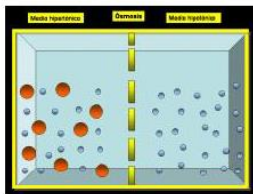
¿Qué es la osmosis?

- Antes hemos dicho que las plantas toman agua por osmosis, pero... ¿Qué es la osmosis?
- La osmosis es un proceso en el que dos **soluciones** (líquidos + partículas) separadas por una **membrana semipermeable** intentan estar en **equilibrio**



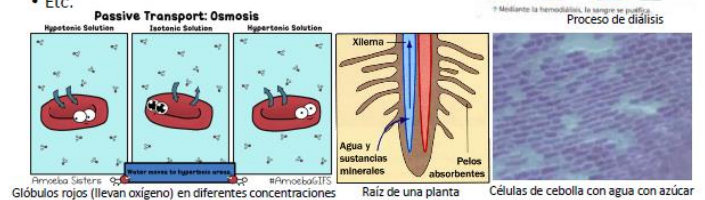
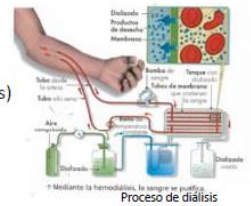
¿Cómo funciona?

- Si hay mucha **concentración** de azúcar en un lado, el **agua** intentará compensarlo
- Como el azúcar es muy grande, no puede pasar al otro lado de la membrana
- Así que el agua, más pequeña, intenta diluirlo entrando en su compartimento



Pero... ¿para qué sirve?

- Ayuda a la toma de agua en plantas
- Ayuda a que respiremos (estado de glóbulos rojos)
- Ayuda a hidratar y deshidratar células, tonifica
- Se usa para curar enfermedades (diálisis)
- Etc.



¿Qué vamos a ver? Experimento con azúcar y membrana de diálisis



Referencias de la presentación

- Diapositiva 1. Imagen de regadera. Página web Taringa. Consultado 18.04.2017.
<http://www.taringa.net/posts/ecologia/15806409/El-agua-es-importante-cuidemosla.html>
- Diapositiva 1. Esquema de osmosis modificado de Sinauer associates (2004) Life: The science of biology. Seventh Edition. Figure 5.8 Osmosis modifies in the Shapes of cells. Inc. And W.H.Freeman & Co.
- Diapositiva 2. Imagen de partículas rojas. Página web Media Giphy. Consultado 18.04.2017.
<https://media.giphy.com/media/uCE9cuL0oRvAQ/giphy.gif>

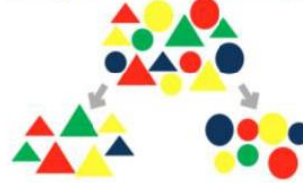
- Diapositiva 3. Animación de la izquierda. Página web Educastur. Consultado 18.04.2017.
http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/B2_CELULA/t22_MEMBRANA/animaciones/osmosis.gif
- Diapositiva 3. Animación de la derecha. Blog MDE Biología. Osmosis. Consultado 18.04.2017.
<https://mde-biologia.wikispaces.com/%C3%93SmOsls>
- Diapositiva 4. Imagen de proceso de diálisis. Página web Corporación renal Infantil MATER. Entrada 21.05.2015.
<http://corporacionmater.cl/dialisis-cuando-los-rinones-necesitan-ayuda/>
- Diapositiva 4. Animación de transporte pasivo. Página web Trumblr. Consultado 18.04.2017.
https://68.media.tumblr.com/4654562a8362c0e8ecf67df55d6e1011/tumblr_nmkm82mXGj1sk2szio1_1280.gif
- Diapositiva 4. Imagen de raíz de planta. Blog De todo un poco. Entrada 17.10.2014.
http://danielrangel1c.blogspot.com.es/2014_10_12_archive.html
- Diapositiva 4. Animación de células con azúcar. Página web Media Giphy. Consultado 18.04.2017.
<https://media.giphy.com/media/132xnYWcEDCiuQ/giphy.gif>
- Diapositiva 5. Imágenes de elaboración propia.

Anexo 6.- Presentación sobre claves dicotómicas y bibliografía utilizada

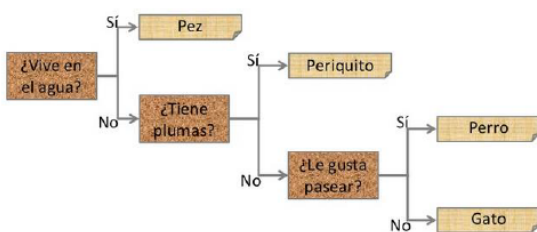


¿Qué es una Clave dicotómica?

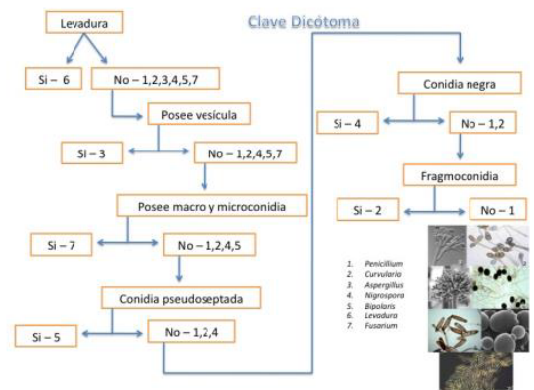
- Es una **herramienta** para **identificar** seres vivos, objetos, etc.
- Son **preguntas** de respuesta **si/no** o de **elegir características** que van **limitando** las posibles **resultados** hasta llegar a identificar lo que estudiamos.
- Las hay desde muy sencillas hasta muy complejas



Un ejemplo simple: animales de compañía

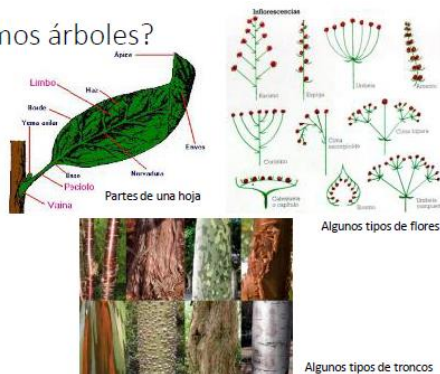


Un ejemplo complejo:
levaduras



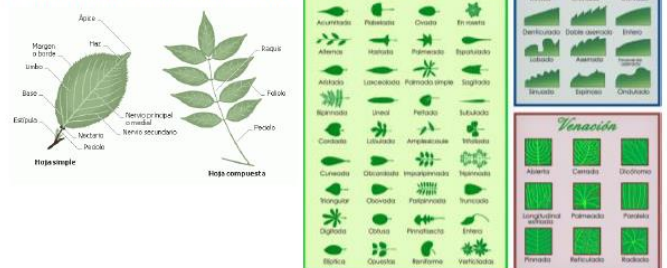
¿Cómo clasificamos árboles?

- Según la flor
- **Según las hojas**
 - Según la forma del limbo
 - Hojas simples
 - Hojas compuestas
 - Según el borde
 - Limbo
 - Nervadura
- Según el tronco



¿Qué vamos a ver?

Clasificar distintas especies según sus hojas



Referencias de la presentación

- Diapositiva 1. Imagen de portada. Blog El blog verde. Entrada 23.09.2015.
<http://elblogverde.com/a-que-se-debe-el-color-rojo-de-las-hojas-de-arbol-en-otono/>
- Diapositiva 2. Imagen de formas geométricas. Página web Centro infantil Vizcaya. Consultado 19.04.2017.
<http://centroinfantilvizcaya.waitconsulting.com/temas-interes/clasificacion-y-seriacion/>
- Diapositiva 2. Imagen de hojas. Página web Freepik. Consultado 19.04.2017.
http://www.freepik.es/foto-gratis/hojas-de-alamo_348649.htm

- Diapositiva 3. Esquema de clave de animales domésticos. Presentación Trabajo clave dicotómica 1º eso. Raúl Rojo Díaz.
<https://es.slideshare.net/RaulRojoDiaz/trabajo-clave-dicotomica-1-eso>
- Diapositiva 4. Esquema de clave de levaduras.
<https://biol4life.files.wordpress.com/2010/02/clave-dicotoma1.jpg>
- Diapositiva 5. Esquema de hoja. Blog Experimentos en E. primaria e infantil. Entrada 24.03.2011.
<http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2011/03/cuantos-tipos-de-hojas.html>
- Diapositiva 5. Imagen de inflorescencias. Blog Kerchak. Angiospermas. Consultado 19.04.2017.
<http://kerchak.com/angiospermas-plantas-con-flores/>
- Diapositiva 5. Imagen de troncos. Página web Verde es vida. Entrada 25.11.2012.
http://www.verdeesvida.es/plantas_de_exterior_e_interior_2/la_belleza_esta_en_el_tronco_108
- Diapositiva 6. Imagen de hojas simples y compuestas. Presentación Francisco Peralta. La hoja.
<https://es.slideshare.net/franciscoperalta3194/la-hoja-46964851>
- Diapositiva 6. Imagen de forma, margen y venación de hojas. Página web Wikipedia. Consultado 19.04.2017.
http://4.bp.blogspot.com/-XSkQ1gh33I4/VOXd-I_Rg6I/AAAAAAAAAFBo/oF00UWSvEeQ/s1600/d9tppmrg.bmp

Anexo 7.- Clave dicotómica diseñada específicamente para el taller

Clave dicotómica para clasificar algunas especies de árboles

Esta es una guía muy simplificada para clasificar 10 especies de árboles muy concretas. Para ello tienes que ir contestando a las preguntas **en negrita** siguiendo las indicaciones que están debajo de cada dibujo, y ellas te llevarán hasta la especie correcta.

¡Buena suerte!

A.- ¿Tu árbol tiene hojas simples o son compuestas?

S
I
M
P
L
E



Ve a la pregunta B

C
O
M
P
U
E
S
T
A



Ve a la pregunta B

B.- ¿Cómo es la forma de la hoja?



Cordada

Ve a la pregunta D



Lobulada

Ve a la pregunta C



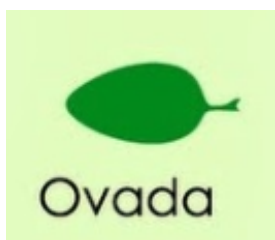
Palmeada

Ve a la pregunta C



Acicular

Ve a la respuesta 1



Ovada

Ve a la pregunta C



Lanceolada

Ve a la respuesta 2



Alternas

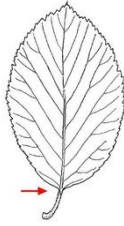
Ve a la pregunta C



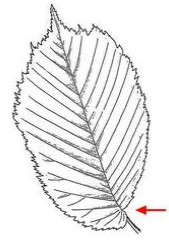
Imparipinnada

Ve a la pregunta E

C.- ¿La base de la hoja es simétrica o asimétrica?



Simétrica: Ve a la pregunta D



Asimétrica: Ve a la respuesta 3

D.- ¿Cómo es el borde de la hoja?



Ve a la respuesta 4



Ve a la respuesta 5



Ve a la respuesta 6



Ve a la respuesta 7



Ve a la respuesta 8



Ve a la respuesta 9

E.- ¿Cómo es la forma de la punta?



Redondeado

Ve a la respuesta 10



Acuminado

Ve a la respuesta 11

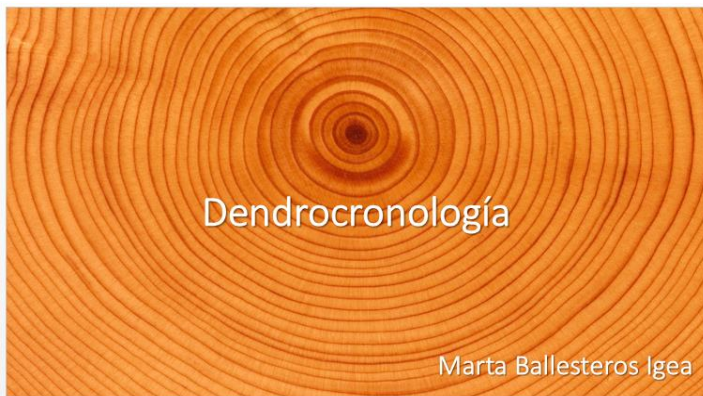
Soluciones:

- 1.- Pino (simple, forma acicular)
- 2.- Eucalipto (simple, forma lanceolada)
- 3.- Olmo (simple, base asimétrica)
- 4.- Tilo (simple, forma cordada, borde finamente serrado)
- 5.- Roble (simple, forma lobulada, borde lobulado)
- 6.- Haya (simple, forma alternas, borde sinuado)
- 7.- Encina (simple, forma ovalada, borde espinoso)
- 8.- Arce campestre (simple, forma palmeada, borde entero con lóbulos)
- 9.- Arce pseudoplátano (simple, forma palmeada, borde doble aserrado)
- 10.- Robinia (compuestas, ápice redondeado)
- 11.- Fresno (compuestas, ápice acuminado)

Referencias

Guía de árboles y arbustos de Euskal Herria. 2ª Ed. 2010. Servicio Central de publicaciones del Gobierno Vasco.

Anexo 8.- Presentación sobre dendrocronología y bibliografía utilizada



¿Cómo se estudia?

- Hay que contar los anillos, medir su grosor, ver su color...

Mediante extracciones de testigos

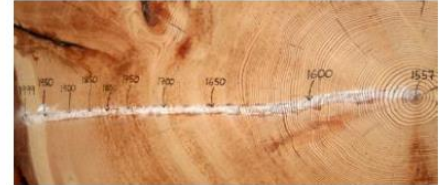


Mediante cortes del tronco



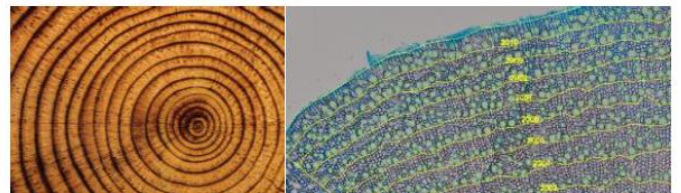
¿Qué es la Dendrocronología?

- Del griego *dendron* (árbol) *cronos* (tiempo) y *logos* (estudio)
- Ciencia que se ocupa de la **datación** de los **anillos** de crecimiento de las **plantas** arbóreas y arbustivas leñosas.
- Basada en el patrón de crecimiento de anillos, la dendrocronología analiza patrones espaciales y temporales de procesos biológicos, físicos o culturales.



Pero... ¿qué consideramos como anillo?

- Cada anillo tiene una zona CLARA (interior) y una OSCURA (externa)
 - Zona clara= hace bueno → crece rápido → se forma en verano
 - Zona oscura= hace malo → crece lento → se forma en invierno
- Cada anillo representa un año de crecimiento



Y...¿los anillos son iguales en todos los árboles?

- Algunos crecen más rápido o más lento que otros, así que se ve diferente

Crecimiento lento= anillos más estrechos



Abeto

Crecimiento lento

Crecimiento rápido= anillos más anchos



Pino

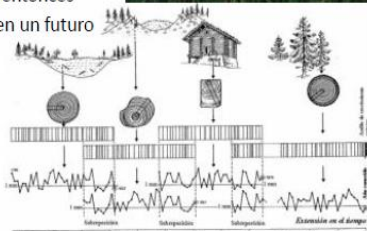
Crecimiento rápido

¿Y para qué sirve todo esto?

- Datación de fósiles
- Ver el efecto que tiene el clima en las plantas
- Intuir el clima hace miles de años
- Deducir los animales y plantas de entonces
- Indirectamente predecir el clima en un futuro



Árbol fosilizado



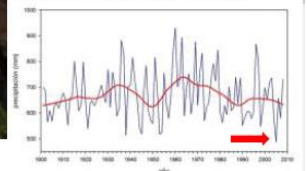
Vamos a probar con un ejemplo...



Este haya fue talada en 2011, así que la corteza es del 2011

Mira el anillo marcado del 2003. Es más estrecho que los demás. El árbol creció menos que otros años, y tiene más zona oscura. ¿Por qué?

En el año 2003 hubo una ola de calor enorme y mucha sequía



Referencias de la presentación

- Diapositiva 1. Imagen de portada. Página web Picky Wallpapers. Consultado 20.04.2017.
<http://www.pickywallpapers.com/miscellaneous/patterns/wood-circles-picture/>
- Diapositiva 2. Imagen de anillos de un tronco con fechas. Página web Parque Natural Stelvio. Consultado 20.04.2017.
http://www.parcostelviotrentino.it/images/content/682461_45107_1_S_0_600_0_40265224/cav_aion4-2.jpg
- Diapositiva 3. Imagen de extracción de testigo. Página web Respuestas.Tips. Entrada 31.10.2015.
<http://respuestas.tips/como-se-calcula-la-edad-de-los-arboles/>
- Diapositiva 3. Imagen del corte de tronco. Diario Norte. Imagen de archivo.
<http://www.diarionorte.com/content/bucket/2/145352w640h500.jpg>
- Diapositiva 4. Imagen de los anillos del tronco. Blog Peaceful Science. S. J. Swamidass. Entrada 19.04.2016.
<http://peacefulscience.org/evidence-and-evolution/>
- Diapositiva 4. Imagen de microscopía de los anillos de un tronco. Sinc. Entrada 09.11.2011.
<http://www.agenciasinc.es/Noticias/Analizan-la-respuesta-del-sistema-vascular-de-las-plantas-ante-los-cambios-climaticos>
- Diapositiva 5. Imágenes de cortes de árboles. Presentación Anatomía de la madera. Izaul Pierart.
<https://es.slideshare.net/izaulparra/anatoma-de-la-madera-7482451>
- Diapositiva 6. Imagen e información sobre tronco 2003. Blog de Basozaina. Entrada 23.03.2012.
<http://www.basozaina.com/2012/03/dendrocronologia.html>
- Diapositiva 6. Gráfica de precipitaciones del año 2003. AEMET. Consultado 20.04.2017.
http://www.aemet.es/es/idi/clima/registros_climaticos
- Diapositiva 7. Imagen de árbol fosilizado. Página web Todo colección. Consultado 20.04.2017.
<http://www.todocoleccion.net/coleccionismo-fosiles/fosil-seccion-tronco-un-arbol~x31696076>
- Diapositiva 7. Imagen del uso de dendrocronología de diferente origen.
J. Cerano–Paredes *et al.* (2009). Reconstrucción de 350 años de precipitación para el suroeste de Chihuahua, México. *Madera y Bosques* 15(2): 27–44.
- Diapositiva 7. Imagen de bosque. Página web Marco Valencia. Entrada 30.03.2015.
<http://www.marcovalencia.net/flores-en-el-bosque-the-official-gift-from-salvadorean-government-to-prince-felipe-of-spain-in-may-2004/>

Anexo 9.- Presentación sobre observación de células al microscopio y bibliografía utilizada



¿Qué son las células? ¿Son todas iguales?

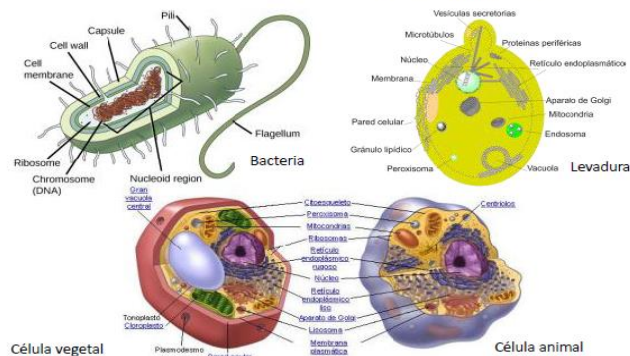
- La **célula** es la Unidad Básica de la Vida
- 5 reinos mayoritarios:

- Animal
- Vegetal*
- Hongos*
- Protocista*
- Monera*



- Gran diversidad de forma, tamaño y componentes.

¿Cómo solemos verlas? Con esquemas o representaciones



Y...¿cómo las podemos ver?

- Mediante un microscopio óptico
 - El sistema de iluminación
 - El sistema óptico (objetivo y ocular).
 - La estructura metálica



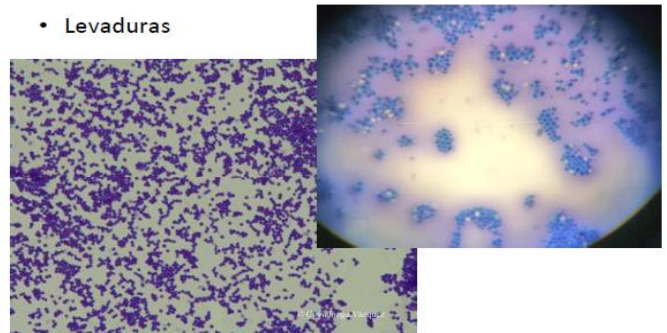
¿Qué vamos a ver nosotros?

- Bacterias del Yogur



¿Qué vamos a ver nosotros?

- Levaduras



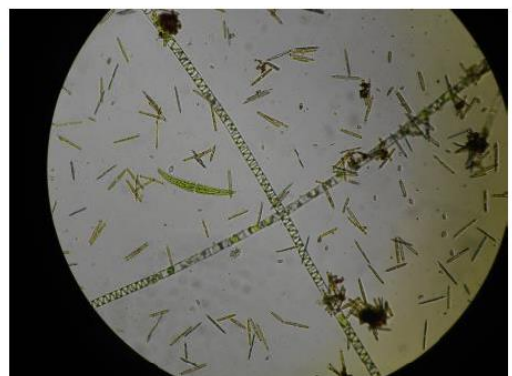
¿Qué vamos a ver nosotros?

- Protozoos



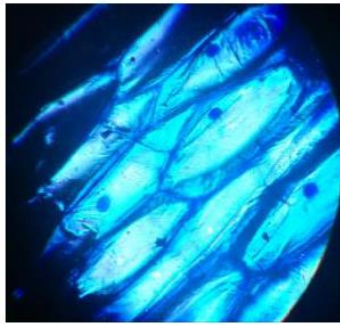
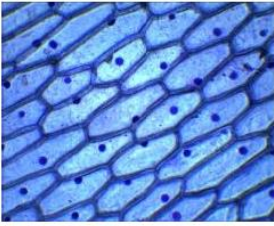
¿Qué vamos a ver nosotros?

- Algas



¿Qué vamos a ver nosotros?

- Cebolla



Referencias de la presentación.

- Diapositiva 1. Imagen portada. Clasificación de los seres vivos.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Tree_of_Living_Organisms_2.png
- Diapositiva 2. Esquema de los reinos y dominios de los seres vivos. Presentación Matías Ascanio. Ud03. La clasificación de los seres vivos.
<https://es.slideshare.net/matiasascanio/ud03>
- Diapositiva 3. Esquema de bacteria.
Thenmozhi, S. et al (2014). *Antibiotic Resistance Mechanism of ESBL Producing Enterobacteriaceae in Clinical Field: A Review* Int. J. Pure App. Biosci. 2 (3): 207-226. ISSN: 2320 – 7051
https://www.researchgate.net/publication/281495264_Antibiotic_Resistance_Mechanism_of_ESBL_Producing_Enterobacteriaceae_in_Clinical_Field_A_Review
- Diapositiva 3. Esquema de levadura. Blog La Cerveza. Ingredientes (IV) La levadura. Entrada 21.04.2015.
<http://caeliacerea.blogspot.com.es/2015/04/ingredientes-iv-la-levadura.html>
- Diapositiva 3. Esquema células animal y vegetal. Blog Biología Riesgo cero. Organoides celulares. Enrique Rendón. Entrada 23.01.2013.
<http://www.exitocienporciento.ecaths.com/ver-trabajos-practicos/23657/organoides-celulares/>
- Diapositiva 4. Imagen de microscopio. Página web Mercado Libre (consultado 15.02.2017)
<https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-411983688-microscopio-optico-binocular-compuesto-40x-a-1000x-omax- JM>
- Diapositiva 5. Imagen de microscopía de bacterias. Blog del Profesor C. N. Chua.
<http://www.mrcophth.com/finalmrcophthmcqss/16parasitology/16parasitology.html>
- Diapositiva 6. Imagen izquierda de microscopía de levaduras. Bioimágenes. Banco de imágenes de Bioimágenes de la Facultad de Biología UCM.
<http://bioimagen.bioucm.es/galerias/hongos>
- Diapositivas 6-9. Imágenes derecha de levadura y cebolla, y todas las de protozoos y algas de elaboración propia.

Anexo 10.- Encuesta de valoración del taller

Cuestionario sobre el Taller Las plantas y otros reinos olvidados

Buenos días. Soy Marta Ballesteros, ponente del taller realizado el pasado sábado día 6 de mayo de 2017 en la Casa de Juventud de Estella.

Por favor, contesta a las siguientes preguntas con la mayor sinceridad posible. Cuando termines, te estaría muy agradecida si me lo envías a mi e-mail (____)*. Así me ayudarás a valorar el taller y servirá para defender mi trabajo de cara al Máster de Educación Secundaria que estoy cursando.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☐ Hombre ☐ Mujer Edad: _____ Nacionalidad: _____

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- ¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?
- ¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?
- ¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?
- ¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?
- ¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?
- ¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?

*Se ha omitido la dirección de correo para preservar la intimidad de la autora de este trabajo.

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí algo que quieras destacar del taller, las preguntas, y otros comentarios que creas de interés.

Anexo 11.- Resultados de la encuesta de valoración del taller

Se ha reducido el tamaño o eliminado el bloque 3 en aquellas encuestas en las que no había comentarios para facilitar la lectura de los anexos.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☒ Hombre ☐ Mujer Edad: 59 Nacionalidad: Español

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- **¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?**

Me resultó muy interesante porque había muchas cosas que no sabía y creo que el gran público deberíamos de conocer y sobre todo motivador para niños y adultos.

- **¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?**

El nivel en este tipo de talleres se adecúa mucho a cada persona, no puede ser muy alto porque la mayor parte de las personas que estábamos no sabíamos casi nada. Adecuado.

- **¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?**

Si, muchas y útiles para mi vida seguramente no, porque no las voy a utilizar, pero para mi conocimiento del mi entorno por supuesto

- **¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?**

Poder entrar en ese otro mundo que tenemos alrededor a través del microscopio.

- **¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?**

Si, por supuesto.

- **¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?**

Se nos quedó sin comentar la cromatografía, y visualizar con la luz ultravioleta por falta de tiempo. Se alarga mucho cuando hay tanta gente y lo que dejamos para el final se queda sin hacer.

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí algo que quieras destacar del taller, las preguntas, y otros comentarios que creas de interés.

Creo es muy importante que los asistentes al taller se preparen sus propias muestras, pero claro, no todas salen bien, así que luego poder visualizar diferentes tipos de células, protozoos, en una pantalla grande y común, en el que la ponente comente qué es cada cosa sería un buen complemento.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☒ Hombre ☐ Mujer Edad: 29 Nacionalidad: Española

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- **¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?**

Me gustó, hizo un repaso bastante completo de cosas que se escapan al conocimiento medio habitual que se obtiene solo en el colegio o instituto, y que aunque estén en el temario siempre carecen de ejemplos prácticos (como la osmosis).

- **¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?**

Me pareció bastante adecuado, con la dificultad añadida de intentar hacer entender a niños de tal rango de edad conceptos bastante complejos.

- **¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?**

El taller ofrecía un montón de conocimientos avanzados que no se conocen si no se realizan estudios específicos sobre el tema. Opino que es triste no considerar la propia adquisición de conocimientos como algo útil y cerrarlo sólo a su posible uso en un entorno laboral futuro. Así que sí, me pareció de gran utilidad.

- **¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?**

La extracción de pigmentos fue lo mejor, con un proceso rápido y sencillo se podía ver muy fácilmente lo explicado en las diapositivas.

Lo que menos me gustó fue el experimento de la osmosis, no es que sea menos interesante, tan solo me fue más aburrido.

- **¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?**

Sin duda la repetiría y se la recomendaría a cualquier persona cercana.

- **¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?**

En un futuro propondría separar estas jornadas en un par de sesiones, 4 horas seguidas me parecieron demasiadas para poder mantener la atención (tanto de niños como de mayores)

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí algo que quieras destacar del taller, las preguntas, y otros comentarios que creas de interés.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☐ Hombre ☒ Mujer Edad: 49 Nacionalidad: alemana

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☐ Hombre ☒ Mujer Edad: 49 Nacionalidad: alemana

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- ¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?

El taller me gustó muchísimo. Fue muy ameno e interesante.

- ¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?

El nivel me convino perfectamente.

- ¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?

Si a las dos preguntas.

- ¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?

... todos los temas presentados me gustaron mucho. El que mas me impacto fue el ver los seres vivos en una gota de agua...

- **¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?**

Si repetiría esta experiencia y recomendaría este taller a otras personas.

- ¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?

No sabía qué decir. Me gustó tanto el contenido del taller como la forma de presentarlo. Había para todos los gustos y mucho material. Fue un auténtico placer estar en el taller.

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí algo que quieras destacar del taller, las preguntas, y otros comentarios que creas de interés.

--	--

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☐ Hombre ☒ Mujer Edad: 27 Nacionalidad: española

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- **¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?**

Fue un taller muy interesante. Hoy en día se ven muy pocos talleres o charlas centrados en la divulgación científica, y asistir a alguno de ellos siempre es enriquecedor. Acercar la ciencia en un espacio de tranquilidad, de forma amena y no tan teórica como se suele hacer, es una manera perderle el miedo y no verla como algo al alcance de unos pocos.

- **¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?**

Los temas tratados y la manera de explicarlos fueron muy adecuados. No es fácil explicar la fisiología y fisonomía vegetal a los jóvenes y mantenerlos concentrados e interesados en el tema, y más durante las tres horas que duró. Creo que tanto los jóvenes, como los padres, adquirieron conocimientos básicos sobre las plantas y a la vez disfrutaron aprendiendo.

- **¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?**

Siempre es interesante saber por qué las hojas y las flores tienen esos colores tan vívidos y con un simple experimento se puede ver esos pigmentos. También que el agua de los estanques y lagos está llena de flora y fauna que no se ve a simple vista.

- **¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?**

Lo que más me gustó fue acercar la experimentación científica a los chavales. Fueron experimentos muy sencillos con los que sé que además de aprender, disfrutaron. También las explicaciones con PowerPoint antes de los experimentos fueron muy didácticas, y al contrario de lo que se esperaba, también hizo el taller más dinámico. A los asistentes se les daba la oportunidad de centrarlos en los diferentes bloques del temario que se iba a dar y a la vez cerrar el capítulo anterior.

Los que menos me gustó es no poder observar en una pantalla de ordenador lo que estaba viendo por el microscopio. Hubiese sido más práctico poder explicar la flora y fauna de los estanques y lagos en tiempo real. Aun así no sería una causa de la mala explicación si no de la falta de recursos.

- **¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?**

Sí repetiría la experiencia y la recomendaría a mayores y pequeños.

- **¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?**

Intentar que sean los jóvenes quienes participen más activamente en el taller y los experimentos. Sugeriría que los adultos estén como oyentes y que los chavales realicen solos (con la supervisión de los ayudantes de la ponente), la parte experimental.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☒ Hombre ☐ Mujer Edad: 31 Nacionalidad: Española

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- **¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?**

En general me ha gustado el taller. Ha sido tanto una charla divulgativa para los más mayores y una forma de acercar la ciencia a los más pequeños.

- **¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?**

El nivel del taller era adecuado. Más teniendo en cuenta que estaba enfocado a un público infantil. Si se hubiera hecho para gente más mayor se podrían haber hecho experimentos más complejos.

- **¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?**

Sí, durante las explicaciones se contaron algunas cosas que no conocía, como por ejemplo el procedimiento de las diálisis o las formas de estimar la edad de los árboles sin necesidad de talarlos. Y creo que se intentó resaltar las aplicaciones prácticas de los conceptos que se contaban.

- **¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?**

La mejor parte ha sido con diferencia la de extracción de muestras y observación en el microscopio. La que menos diría que la del estudio de los anillos de los árboles, pero más que por el tema en sí, creo que ha sido más bien por el cansancio tras más de 2 horas de taller y que la parte práctica resultaba menos atractiva comparada a las anteriores.

- **¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?**

¡Sin lugar a dudas!

- **¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?**

En general el taller estuvo bien estructurado, pero quizás yo hubiera dejado el análisis de los anillos de los árboles entre las primeras actividades y dejar la del microscopio o la de la clave dicotómica al final ya que son las que pueden llevar más tiempo. También podría mejorarse la organización del uso del microscopio, ya que algunos niños parecían acaparar los aparatos y seguramente más de uno no habrá conseguido ver nada interesante. Para eso también se podrían tener muestras ya preparadas para enseñar, suponiendo que eso fuera posible.

Y ya puestos a pedir, el juego de la clave dicotómica podía haber ganado enteros haciéndolo al aire libre. :-)

BLOQUE III

Solo me queda destacar la exposición de Marta. Ha sido muy clara y asequible para los niños y ha conseguido mantener su atención tanto por medio de animaciones y detalles en la proyección como por medio de preguntas para hacer que los niños participaran.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☒ Hombre ☐ Mujer Edad: 54 Nacionalidad: Española

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de ósmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- ¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?

Muy interesante

- ¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?

Adecuado para el público objetivo de Dictel: adolescentes y adultos. Incluso para varios de los niños que estuvieron disfrutando durante tres horas del evento.

- ¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?

Nuevas sí. El concepto de útil queda por discutir....

- ¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?

Me gustó todo

- ¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?

Absolutamente

- ¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?

Animar más al público adulto a tomar parte activa. Sé de algunos que no se atrevieron a mirar el microscopio o participar en otros procesos por la presencia de niños. Los niños está bien que asistan, pero no deben monopolizar el evento, que no es para niños exclusivamente. De hecho, esas personas han preguntado sobre la posibilidad de repetir el evento "para adultos".

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☐ Hombre ☒ Mujer Edad: 17 Nacionalidad: española

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- ¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante? Entretenido e interesante.

- ¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo? Estaba bien teniendo en cuenta que era capaz de abarcar unas cuantas edades.

- ¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles? Si.

- ¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos? El entusiasmo de la presentadora, y la gran disposición de materiales para ver lo que se aprende en libros en la práctica. La gran cantidad de niños que había.

- ¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?

Probablemente. Si.

- ¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia? Para la mayoría de los niños puede que si que fuese un poco demasiado nivel.

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí algo que quieras destacar del taller, las preguntas, y otros comentarios que creas de interés.

BLOQUE I

Por favor, indique los siguientes datos:

Género: ☐ Hombre ☒ Mujer Edad: 40 Nacionalidad: ESPAÑOLA
HISO: 9 AÑOS

BLOQUE II

Por hacer un recordatorio, tratamos temas tan diversos como los pigmentos de las hojas de las plantas y cómo verlos, el proceso de osmosis en el que dos líquidos intentan estar en equilibrio, cómo utilizar una clave dicotómica para identificar distintos árboles, cómo preparar y mirar muestras al microscopio, y cómo estudiar los anillos de los árboles mediante la dendrocronología.

- ¿Qué te pareció el taller sobre Las plantas y otros reinos olvidados? ¿Te resultó interesante?

SÍ, PARA ACERCAR A LOS CRÍOS A LO QUE ES LA BIOLOGÍA

- ¿El nivel del taller te pareció adecuado, o por el contrario era demasiado simple o demasiado complejo?

LOS CRÍOS ESTUVIERON A SUSO, DIRÍA QUE BIEN.

- ¿Dirías que aprendiste cosas nuevas? ¿Y útiles?

COSAS NUEVAS SÍ, Y CURIOSAS

- ¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Y lo que menos?

PODER USAR MICROSCOPIOS NO ES HABITUAL ESTUVO GENIAL
LO QUE MENOS, TENER QUE USAR GUANTES (3)

- ¿Repetirías esta experiencia? ¿Recomendarías este taller a otras personas?

REPETIRÍA Y RECOMENDARÍA

- ¿Nos darías alguna sugerencia o recomendación para mejorar esta experiencia?

ESTUVO GENIAL, PERO QUIZAS SE HIZO LARGO PARA LOS
CRÍOS. IGUAL SE PODRÍA DIVIDIR EN 2 SESIONES
DE MAÑANA Y TARDE.

BLOQUE III

Observaciones: Puedes poner aquí algo que quieras destacar del taller, las preguntas, y otros comentarios que creas de interés.

ME PARECE LO BUENO QUE GENTE DICE COMO
VOSOTROS NUESTRO ESE ENTUSIASMO POR ENSEÑAR.
¡GRACIAS!

Anexo 12.- Notas de prensa sobre el taller de divulgación

Diario de Navarra Miércoles, 10 de mayo de 2017



Algunos de los participantes, en una actividad del taller.

CEDIDA

Las plantas y otros reinos olvidados para una nueva iniciativa del colectivo Dictel

La asociación para la divulgación de la ciencia y la tecnología en Estella convocó a este taller a más de 60 personas

DN Estella

Con la casa de juventud María Vicuña como escenario, la asociación Dictel de Estella organizó una nueva actividad orientada esta vez hacia un tema diferente. Más de 60 personas de distintas edades asistieron al taller Las plantas y otros reinos olvidados, impartido por Marta Ballesteros, bióloga, en el marco de su trabajo de fin del máster en Profesorado de Educación Secundaria de la UPNA. El taller fue supervisado por el profesor José Morán, del Instituto de Agrobiotecnología de la UPNA.

Fue, según explican desde Dictel, un taller muy animado

en el que se aprendió a reconocer las hojas de varios árboles y arbustos por medio de una clave dicotómica que consiste en, a partir de preguntas sobre la forma, el margen o la venación de una hoja, decidir a qué tipo de árbol o arbusto pertenecen. "Podimos analizar la composición del color de las hojas y los pétalos. Para ello aprendimos a separar los pigmentos de las plantas que componen el color que vemos. A esta técnica se la conoce como cromatografía y permite distinguir los pigmentos por familias de colores: las clorofilas verdes, los carotenos naranjas, etc", señalan en la asociación. Se hicieron también preparaciones para observarlas al microscopio. "Una experiencia casi mágica, la de entrar en un mundo muy poco conocido de lo pequeño y poder visualizarlo con ayuda de microscopios", añaden.

Miércoles 10/05/2017
Diario de Navarra.

Casa de Juventud, Lizarra Ikastola y el IES Tierra Estella.

25% acudido de Pamplona y la comarca, y el resto de Tierra Estella.

DiCTEL organizó un taller sobre 'Plantas y otros reinos olvidados' con más de 60 participantes

Fue impartido por Marta Ballesteros en la Casa de la Juventud de Estella-Lizarra

ESTELLA-LIZARRA. La Asociación DiCTEL organizó el sábado, día 6, un taller denominado *Las plantas y otros reinos olvidados* en la Casa de la Juventud de Estella con más de 60 participantes con edades comprendidas entre los 4 y los más de 50 años. Lo impartió Marta Ballesteros, bióloga, en un trabajo de fin de Máster en profesorado de ESO de la UPNA y supervisado por un profesor del Instituto de Agrobiotecnología de la

universidad, José Morán.

En el taller los participantes pudieron aprender a reconocer hojas de varios árboles y arbustos; analizar la composición del color de las hojas y pétalos; conocer cómo las plantas absorben el agua mediante ósmosis; y también realizaron preparaciones para poder observarlas en el microscopio. Además, pudieron observar cómo crecen los árboles contando los anillos anuales de sus troncos, etc.

DiCTEL lo forman profesores y profesionales que promueven la divulgación de la Robótica y de la Ciencia y la Tecnología desde el punto de vista lúdico y divertido. >R.U.



Algunos de los asistentes al taller. FOTO: CEDIDA

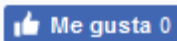
Aceite de Oliva Virgen Extra

Sábado 13/05/2017
Merindad del Diario de Noticias.

DiCTEL organizó un taller sobre 'Plantas y otros reinos olvidados' con más de 60 participantes

Fue impartido por Marta Ballesteros en la Casa de la Juventud de Estella-Lizarra

R.U. - Sábado, 13 de Mayo de 2017 - Actualizado a las 06:08h



ESTELLA-LIZARRA. La Asociación DiCTEL organizó el sábado, día 6, un taller denominado *Las plantas y otros reinos olvidados* en la Casa de la Juventud de Estella con más de 60 participantes con edades comprendidas entre los 4 y los más de 50 años. Lo impartió Marta Ballesteros, bióloga, en un trabajo de fin de Máster en profesorado de ESO de la UPNA y supervisado por un profesor del Instituto de Agrobiotecnología de la universidad, José Morán.

En el taller los participantes pudieron aprender a reconocer hojas de varios árboles y arbustos; analizar la composición del color de las hojas y pétalos; conocer cómo las plantas absorben el agua mediante ósmosis; y también realizaron preparaciones para poder observarlas en el microscopio. Además, pudieron observar cómo crecen los árboles contando los anillos anuales de sus troncos, etc.

DiCTEL lo forman profesores y profesionales que promueven la divulgación de la Robótica y de la Ciencia y la Tecnología desde el punto de vista lúdico y divertido.

Vista:

Más texto

Más visual



Sábado 13/05/2017
Noticias de Navarra.

lunes, 8 de mayo de 2017

"Las Plantas y otros Reinos Olvidados"

En la tarde del 6 de mayo tuvo lugar en la Casa de la Juventud, "María de Vicuña" de Estella, el taller "Las Plantas y otros Reinos Olvidados". El taller fue organizado por DiCTEL e impartido y diseñado por Marta Ballesteros, bióloga, en el marco de su trabajo de fin de máster en Profesorado de Educación Secundaria de la UPNA. El taller fue supervisado por el profesor J. Morán del Instituto de Agrobiotecnología (UPNA). A este primer taller sobre plantas asistieron más de 60 personas entre pequeños y grandes. El 25% de los asistentes acudieron de la zona de Pamplona y el resto de Tierra Estella con edades comprendidas entre los 4 y los cincuenta y tantos años.

Lunes 8/05/2017
Página web oficial DiCTEL
<http://roboticaestellalizarra.blogspot.com.es/>

Anexo 13.- Entrevista a Jesús Pérez, de DiCTEL divulgación.

Índice de preguntas

- 1. Como asociación de Divulgación de Ciencias,**
 - 1.1. ¿Cuál es vuestro cometido?
 - 1.2. ¿Por qué decidisteis formar la asociación?
 - 1.3. ¿Crees que hacen falta más asociaciones como la vuestra?
- 2. ¿Cómo decidís qué proyectos hacer?**
- 3. ¿Por qué no evaluáis lo que aprenden los asistentes a los talleres?**
 - 3.1. ¿Cómo valoráis si han ido bien o no?
- 4. ¿Tenéis apoyo de otras asociaciones o instituciones?**
 - 4.1. ¿Cómo podéis afrontar económicamente los talleres?
- 5. ¿Crees que es importante invertir en divulgación?**
 - 5.1. ¿Los presupuestos destinados hoy en día son suficientes?
- 6. ¿Qué deberíamos mejorar en los centros educativos?**

En respuesta a tus cuestiones. Lo hago a título personal. Supongo que mucho de lo que digo se puede asumir por el resto de los componentes de DiCTEL. Aparecen algunos nombres, no son importantes más que para la -pequeña- historia del comienzo de DiCTEL. Ahora somos más, pocos más, pero sería demasiado prolijo poner los nombres y sus contribuciones.

1. Como asociación de Divulgación de Ciencias,

1.1. ¿Cuál es vuestro cometido?

Queremos hacer llegar a la sociedad, a los jóvenes y adultos (en ese orden de prioridad) una formación informal en ciencia y tecnología.

1.2. ¿Por qué decidisteis formar la asociación?

Comenzamos de manera individual formando a adolescentes en edad de ESO en robótica educativa. El pionero fue Ángel Marco, que inició esta formación en el IES Tierra Estella (IES-TE) en el curso 2009-2010, si mal no recuerdo. Él se había formado previamente en robótica de Lego. La excusa fueron las First Lego League (FLL). En Navarra las promocionaba el CEIN. Después de ese primer año, Josu Sueskun y yo mismo (J. Pérez) formamos un grupo no ligado a un colegio sino a nuestros hijos y sus amigos, para presentarnos a la FLL. En ese momento nos conocimos y comenzamos a colaborar. Ángel

ha seguido formando a jóvenes en robots de Lego hasta este curso. Dejamos de presentarnos a la FLL hace 4-5 años aproximadamente.

La robótica se nos quedaba un poco escasa y debatimos extensamente sobre cómo se enseña la ciencia en la educación formal (colegios y otros). Nos parecía que faltaba el elemento esencial de experimentar con lo que se quería aprender y hacer las cosas por uno mismo, para llegar a una mejor asimilación y comprensión. En particular, pero no solo, no nos parecía bien cómo se enseñaban las ciencias: biología, física o química. Estas discusiones incluyeron a más personas, no docentes como Javier Albéniz (ingeniero) y Ángel Luquin (músico y profesor de música). Después de muchas vueltas contactamos con los responsables de la casa de la juventud María Vicuña de Estella. Le expusimos nuestras conclusiones sobre intentar realizar talleres o similares para jóvenes y adultos. La idea era hacer algo parecido a lo que hacemos, aunque todavía no lo habíamos hecho nunca. Esto ocurría en finales del 2009, principios del 2010. Para conseguir algo de financiación y un poco de autoimpulso, propuse pedir un proyecto de la FECyT, para el curso 2010/2011. Lo hicimos y nos lo dieron (5000 euros). Fue complicado porque todo era a través de la concejalía de cultura de Estella. Los años siguientes intentamos, ya como DiCTEL, conseguir otros proyectos, sin éxito. Así que esto nos permitió comenzar como grupo, todavía no asociación. En 2011 ya hicimos talleres que no eran de robótica como el taller de visión 3D. Por supuesto, la robótica educativa con lego seguía siendo una parte importante de nuestra actividad.

Las actividades como "grupo de personas" eran factibles pero complejas. A la hora de pedir financiación, dar publicidad a las actividades etc. Así que nos convertimos en asociación en 2012.

1.3. ¿Crees que hacen falta más asociaciones como la vuestra?

Sí, claro, pero no únicamente, creo que también se puede hacer divulgación desde una empresa privada dedicada a ello -las hay, y por supuesto, desde las universidades y otras instituciones.

2. ¿Cómo decidís qué proyectos hacer?

Los proyectos son propuestas de los miembros de DiCTEL, la mayor parte de las veces; aunque pueden venir de personas no vinculadas formalmente, como es tu caso. Las propuestas propias suelen aparecer a partir de lecturas, encuentros con otras gentes, necesidad propia de entender conceptos (los talleres de energía son un caso), hacer menos

áridos algunos temas (los talleres de curvas). Introducir tecnología de manera más profunda (informática sin ordenador), etc. Aunque las propuestas surjan de una manera cuasi-aleatoria luego se trabajan de manera colectiva y el guión final es muy debatido.

3. ¿Por qué no evaluáis lo que aprenden los asistentes a los talleres?

Sí que hacemos una evaluación de campo, oralmente. Cualquier otra cosa entendemos que no es viable. Los talleres son largos, entre dos y tres horas, y exigentes en cuanto a atención a prestar. Creemos que no se puede pedir un esfuerzo extra a los asistentes.

3.1. ¿Cómo valoráis si han ido bien o no?

Si ha gustado la gente lo dice y vuelven a otros talleres. La propia convocatoria de los talleres es selectiva, solo viene la gente muy interesada.

4. ¿Tenéis apoyo de otras asociaciones o instituciones?

Tenemos apoyos permanentes y puntuales. En los primeros están la casa de la juventud y el Ayuntamiento de Estella que nos ceden los locales y financian regularmente. También es permanente la ayuda de la Ikastola Lizarra que cede gratuitamente el local donde tenemos el material y nos reunimos a trabajar. De manera puntual, pero segura, están el IES-TE y la UPNa que ceden material necesario para los talleres en caso de necesidad, como se hizo en el de las plantas con los microscopios y el material de laboratorio, respectivamente.

4.1. ¿Cómo podéis afrontar económicamente los talleres?

Además de lo anterior, que se podría monetarizar y daría una cantidad importante, luego hay que hacer compras. Para ello contamos con una subvención anual del Ayuntamiento de Estella, que suele ser de 1300 euros o un poco más. Hay que tener en cuenta que:

- la mano de obra es gratuita
- usamos material reciclado de manera preferente
- nos ceden mucho material para uso puntual como he comentado arriba

Alguna vez hemos pensado en pedir esponsorización a empresas, y es factible, pero no lo hemos necesitado hasta ahora.

5. ¿Crees que es importante invertir en divulgación?

Claro que es importante: para los que todavía están en ciclos formativos formales -niños y jóvenes y para los adultos. Para estos últimos es casi su única fuente de formación, si nos

olvidamos del actual acceso a fuentes de información, fácil y gratuito, pero no es lo mismo. Se requiere voluntad y objetivos y tiempo para formarse uno mismo. Los talleres permiten condensar ese esfuerzo para el público general.

5.1. *¿Los presupuestos destinados hoy en día son suficientes?*

Si te refieres a los presupuestos del estado: gobierno central, gobiernos regionales, ayuntamientos, etc... probablemente no. Aunque una mejor coordinación y selección de objetivos mejoraría la situación. Hay otra fuente de financiación, la privada, que también es escasa, no solo empresas, sino particulares. Mucha gente prefiere dedicar su dinero a otros tipos de ocio que ir a un planetario, jardín botánico o museo. También es responsabilidad de cada uno hacer que las cosas ocurran.

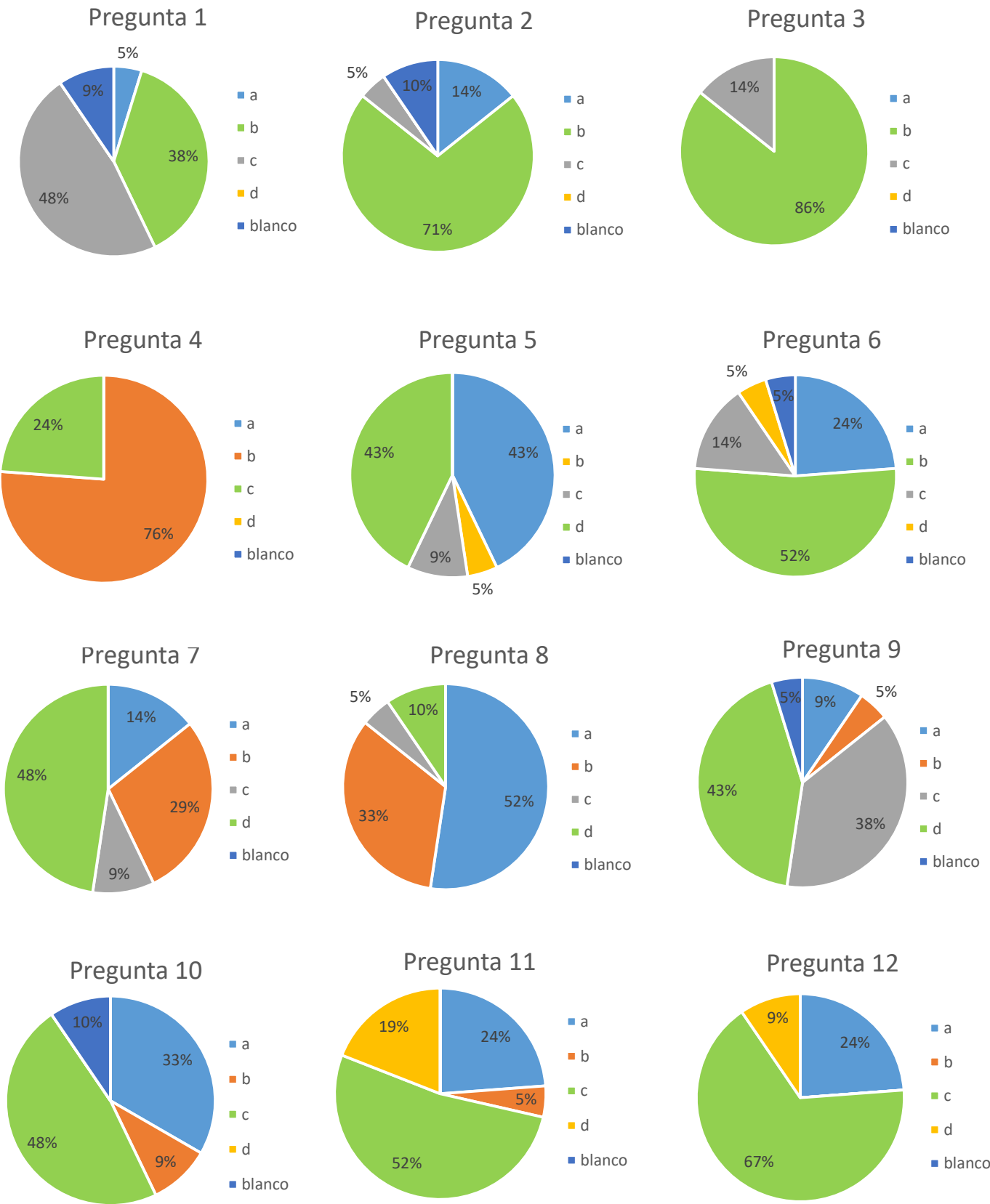
6. *¿Qué deberíamos mejorar en los centros educativos?*

Supongo que te refieres al área de ciencia y tecnología. Hay varios cambios que se pueden hacer, algunos sin coste adicional:

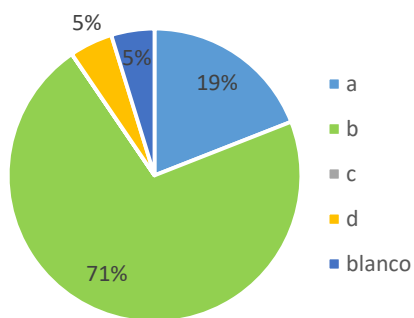
- Reducir drásticamente los temarios. Son excesivamente ambiciosos y es casi ridículo que alguien pueda asimilar la -enorme- cantidad de conceptos que aparecen en las ramas científicas en tan breve espacio de tiempo.
- Salir del aula e ir al laboratorio para dar todas las clases.
- Menos de 20 alumnos por profesor.
- Formar al profesorado para que las clases sean activas y no pasivas en los laboratorios.
- Tallerizar o algo similar, quizás también con proyectos -pero no solo- todos los temarios.
- Que los profesores formadores sean profesionales de experiencia contrastada en el aula.
- Fomentar que los docentes en formación adquieran mayor experiencia y técnicas de enseñanza impartiendo clases.

Anexo 14.- Porcentaje de respuestas de cada pregunta del test de errores conceptuales.

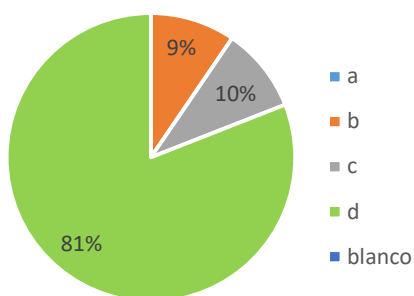
Se han coloreado en verde las respuestas correctas para facilitar la lectura del anexo.



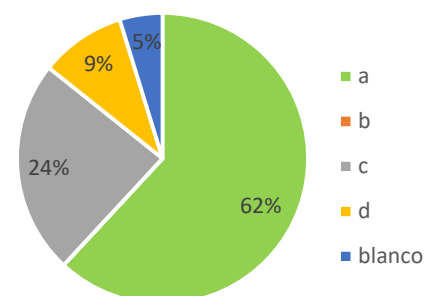
Pregunta 13



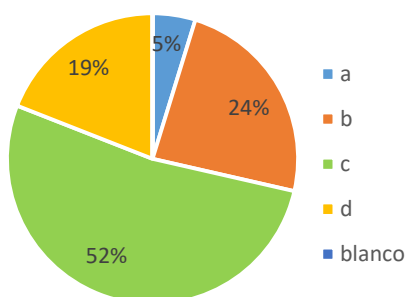
Pregunta 14



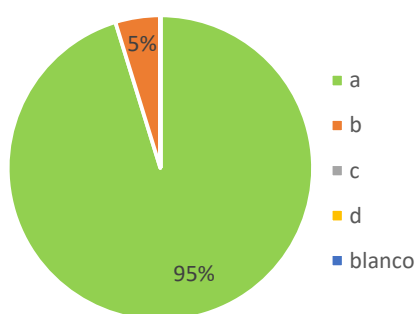
Pregunta 15



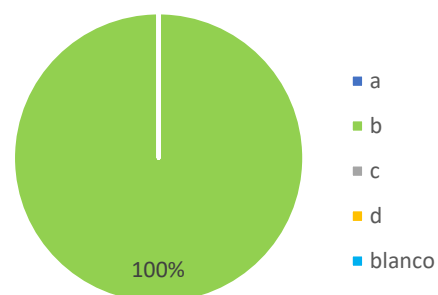
Pregunta 16



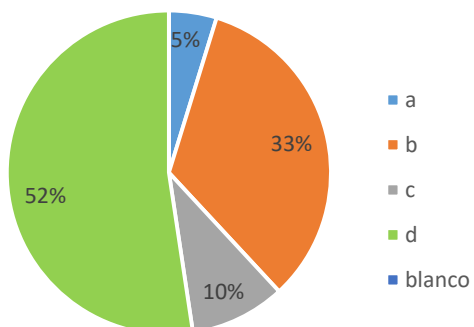
Pregunta 17



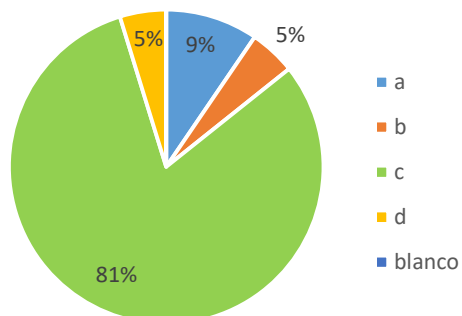
Pregunta 18



Pregunta 19



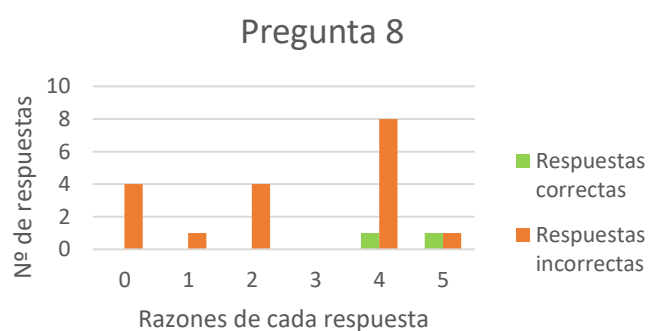
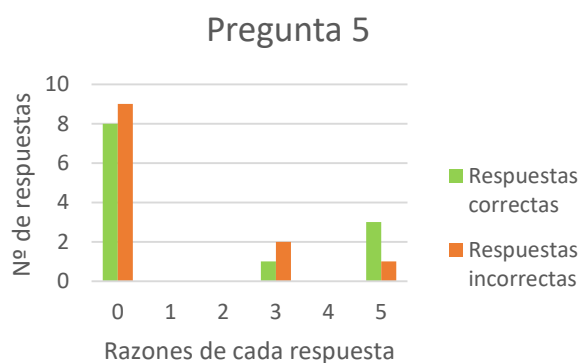
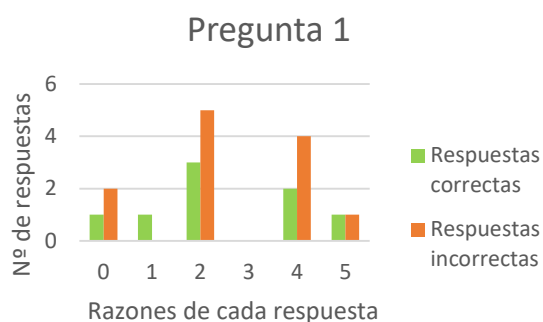
Pregunta 20



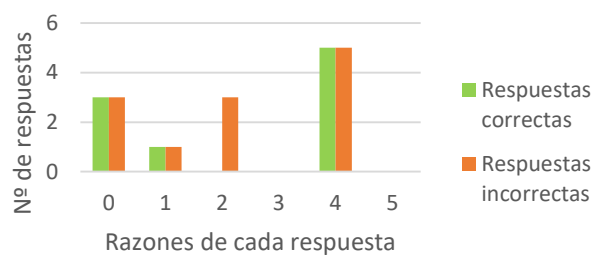
Anexo 15.- Razones de elección de las respuestas para cada pregunta del test de errores conceptuales.

Para facilitar la lectura de las gráficas se ha representado cada razón con un número.

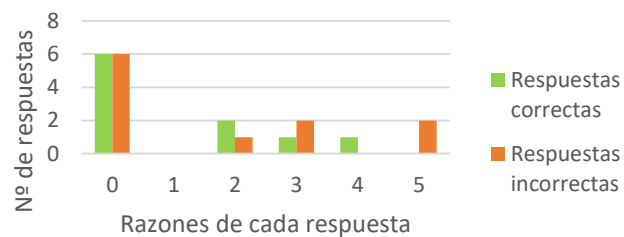
Leyenda: 0= no ha contestado a la razón; 1= No entiende la pregunta; 2= No conoce el concepto; 3= Conoce el concepto, pero no lo tiene claro; 4= Ha contestado al azar; 5= Ha contestado por descarte.



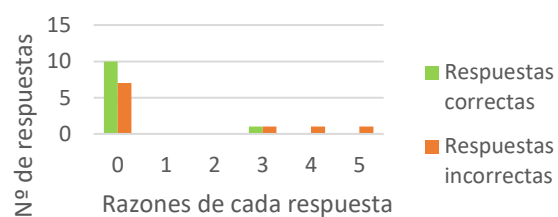
Pregunta 9



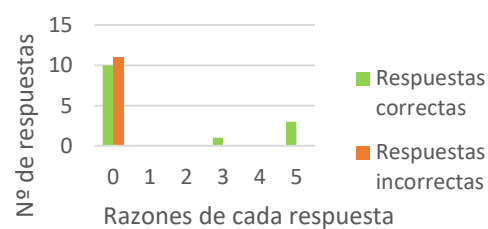
Pregunta 10



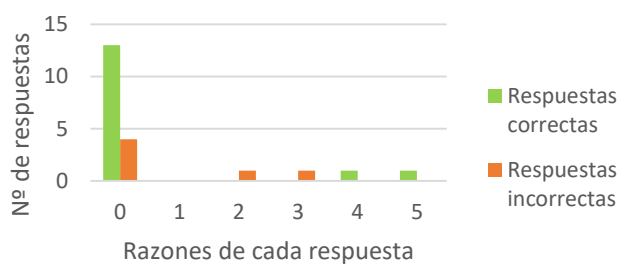
Pregunta 11



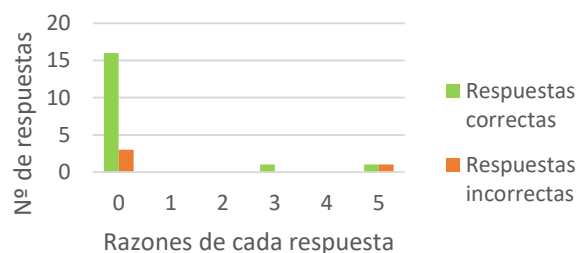
Pregunta 12



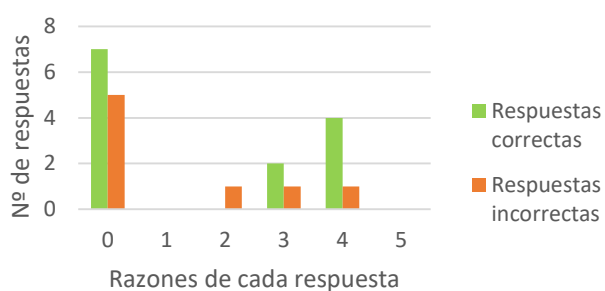
Pregunta 13



Pregunta 14



Pregunta 15



Pregunta 16

